



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKRODALGA ENERJİSİNİN KASAP KÖFTEYE İNOKÜLE
EDİLEN *Listeria monocytogenes* ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Nilüfer ÇOKSAYGILI

Prof. Dr. Fikri Başoğlu
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2008

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKRODALGA ENERJİSİNİN KASAP KÖFTEYE İNOKÜLE EDİLEN *Listeria monocytogenes* ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Nilüfer ÇOKSAYGILI

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez/...../200... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fikri BAŞOĞLU
Danışman

Prof. Dr. Kadir HALKMAN

Prof. Dr. Suna GEDİKOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Vildan UYLAŞER

Doç. Dr. Mehmet KOYUNCU

ÖZET

Bursa’da bulunan çeşitli market ve kasaplardan kıyma örnekleri alınmıştır. Kıyma örneklerinde *Listeria monocytogenes* varlığı ISO yöntemi ile araştırılmıştır. Tür belirlenmesinde bakteri tanıma sistemi Phoneix^{TM100} (Becton Dickonson USA)’dan yararlanılmıştır.

Alınan beş kıyma örneğinde ISO ve Phoneix^{TM100} bakteri tanıma sistemi ile *Listeria monocytogenes* identifiye edilmiştir. Kesimine nezaret edilen et, laboratuvarda kıyma makinasından geçirilmiş, kıyma örneğinde *Listeria monocytogenes* tespit edilmemiş ve denemelerde kullanılmıştır

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Bakteriyoloji Laboratuvarından sağlanan *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) 500’er gramlık köfte hamurlarına 10, 100, 1000 kob/g düzeyinde inokule edilmiştir. Köfteler mikrodalga fırında 300 W, 450 W ve 600 W’da 2 dakika pişirilmiştir. Pişirilen köftelerde *Listeria monocytogenes* belirlenmemiştir. Çiğ köftelerde karakteristik üreme gözlenmiştir. Pişirme sıcaklığının ve süresinin bu sonuçta etkili olduğu düşünülmüştür

Kıyma örnekleri çiğ halde ve mikrodalga fırında 2 dakika pişirildikten sonra toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları Plate Count Agar kullanılarak belirlenmiştir.

Başlangıçta alınan kıyma örneklerinin ve asıl örneğin nem, serbest yağ içerikleri tespit edilmiştir. Kıyma örneklerinde en az % 40.04 en fazla % 64.71 oranında nem belirlenmiştir. Serbest yağ içeriği en az % 14.50 en fazla % 30.22 olarak bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: *Listeria monocytogenes*, mikrodalga enerjisi, toplam mezofilik aerobik bakteri, nem, serbest yağ

ABSTRACT

Five minced meat samples were purchased from some markets around Bursa. *Listeria monocytogenes* in meat samples was investigated by ISO method. The bacteria identification system Phoneix^{TM1000} (Becton and Dickonson) was used to determine the variety of listeria.

In five minced meat samples *L.monocytogenes* was determined. A meat sample minced in laboratory which didn't contain *L. monocytogenes* used for the trials.

In the trials, *L. monocytogenes* (ATCC 7644) was inoculated to the 500 grams of sample at a level of 10, 100, 1000 kob/g. The kofta was cooked in microwave oven at the 300 W, 450 W and 600 W energy levels during 2 minutes. We didn't determine *L. monocytogenes* in the cooked samples. The characteristic colonies were identified in the rare ones.

We have determined total mesophilic aerobic bacteria in rare minced meat samples and the cooked ones. To determine total mesophilic aerobic bacteria plate count agar was used.

All minced meat samples' humidity and free oil content were analysed. The minimum humidity, was % 40.04 and maximum one was % 64.71. The minimum free oil content was % 14.50 and the maximum one was % 30.2.

Key words: *Listeria monocytogenes*, microwave energy, total mesophilic aerobic bacteria, humidity, free oil content.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	Vİİ
ŞEKİLLER DİZİNİ	Vİİ
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1 <i>Listeria monocytogenes</i>	12
2.1.1 <i>Listeria monocytogenes</i> 'in tarihçesi	12
2.1.2 <i>Listeria monocytogenes</i> 'in genel özellikleri	15
2.1.3 <i>Listeria monocytogenes</i> 'in kaynakları	17
2.1.4 <i>Listeria monocytogenes</i> 'in hastalık karakteristikleri	18
2.2 Mikrodalga enerjisi	19
2.2.1 Mikrodalga fırın	21
2.2.2 Mikrodalga pişirme prensibi	21
2.3. Mikrodalga fırında gıdaların pişirilmesine etki eden faktörleri	22
2.3.1. Mikrodalga ekipmanına bağlı olan faktörler	22
2.3.2 Gıdaların içerik ve özelliklerine bağlı olan faktörler	23
2.4 Mikrodalga fırınların olumlu ve olumsuz yönleri	24
3. MATERYAL ve METOT	26
3. 1 Materyal	26
3. 2 Metot	27
3.2.1 <i>Listeria monocytogenes</i> 'in üretilmesi	27
3.2.2 <i>Listeria monocytogenes</i> 'in inokülasyonu ve pişirme işlemi	28
3.2.3 Kullanılan besiyerleri	29
3.3 Köfte hamurunda yapılan mikrobiyolojik analizler	32
3.3.1 <i>Listeria monocytogenes</i> aranması	32
3.3.2 Ön zenginleştirme işlemi	32
3.3.3 Tam zenginleştirme işlemi	32
3.3.4 Ön doğrulama işlemi	33
3.3.5 Phoneix ^{TM100} (Becton and Dickinson USA) bakteri tanımlama sistemi	33
3.4 <i>Listeria</i> türlerinin identifikasyonunda yapılan testler	35
3.4.1 Gram boyama	35
3.4.2 Mikroskopik hareket	35
3.4.3 Katalaz	35
3.4.4 Oksidaz	35
3.4.5 Beta hemolitik aktivite	35
3.4.6 CAMP deneyi	36
3.4.7 SIM testi	36
3.4.8 Aglütinasyon testi	36
3.5.Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı	37
3.5.1 İstatistiksel analiz metodu	37
3.6. Köfte hamuruna uygulanan analizler	38
3.6.1 Nem tayini	38

3.6.2 Serbest yağ tayini	38
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	39
4.1 <i>Listeria monocytogenes</i> sonuçları	39
4.2 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı	45
4.2.1 Bakteri sayılarındaki değişimin istatistiki olarak değerlendirilmesi	48
4.3 Nem tayini	57
4.4 Serbest yağ tayini	59
SONUÇ	63
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	70
TEŞEKKÜR	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.2.1	Listeria türlerinin identifikasyonu için yapılan biyokimyasal testler	15
Çizelge 2.1.2.2	Listeria serotiplerinin türlere göre dağılımı	16
Çizelge 2.2.1	Endüstriyel bilimsel ve tıbbi kullanımlarda uygun görülen mikrodalgaın frekansları ve dalga boyları	20
Çizelge 4.1.1	Mikrodalga fırında 10^1 , 10^2 , 10^3 düzeyinde inoküle edilerek pişirilen köftelerde <i>L.monocytogenes</i> varlığı	39
Çizelge 4.1.2	Pişirme aşamalarında belirlenen köfte merkez sıcaklıkları	39
Çizelge 4.2.1	Çiğ köfte hamurlarının toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları	46
Çizelge 4.2.2	300W'da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları	46
Çizelge 4.2.3	450W'da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları	47
Çizelge 4.2.4	600W'da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları	47
Çizelge 4.2.5	Köfte hamurunun çiğ ve piştikten sonraki ortalama toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları	47
Çizelge 4.2.1.1	Çiğ kıyma ve pişmiş köfte örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarının karekök değerlerine ait varyans sonuçları	48
Çizelge 4.2.1.2	Kıyma örnekleri ile pişirme kademelerinin istatistiki açıdan karşılaştırılması	49
Çizelge 4.2.1.3	Çiğ kıyma ve köftelerin pişirme kademelerine göre duncan testi	49
Çizelge 4.2.1.4	Kıymalar ile pişirme kademeleri karekök değerlerine ait varyans sonuçları	50
Çizelge 4.2.1.5	Köftelerin pişirme kademelerine göre Duncan (%5) testi sonuçları	50
Çizelge 4.2.1.6	Pişirme kademeleri arasındaki farklılıkların Duncan (%5) ile gösterilmesi	51
Çizelge 4.2.1.7	TSE 11566 Kıymanın mikrobiyolojik özellikleri	53
Çizelge 4.2.1.8	Avrupa Birliği Mikrobiyolojik Et Standartları	54
Çizelge 4.3.1	Köfte hamurlarının % nem değerleri	57
Çizelge 4.4.1	Köfte hamurlarının % serbest yağ oranı	59
Çizelge 4.4.2	Kıymanın tip özellikleri	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.4.6.1	Camp testi	36
Şekil 4.2.1.1	Çiğ kıyma örneklerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları	55
Şekil 4.2.1.2	300 W'lık pişirme işlemi sonucunda mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimler	55
Şekil 4.2.1.3	450 W'lık pişirme işlemi sonucunda mezofilik aerobik bakteri sayıları	56
Şekil 4.2.1.4	600 W'lık pişirme işlemi sonucunda toplam mezofilik aerobik bakteri değerleri	56
Şekil 4.3.1	Çiğ köfte hamurlarının % nem değerleri	59
Şekil 4.4.1	Çiğ köfte hamurlarının % yağ değerleri	62

1.GİRİŞ

Kıyma, TSE (11566) standartındaki tanımlamasında, uygun kombina veya mezbahalarda kesilmiş olan kasaplık sığır gövde etleri, kasaplık dana gövde etleri, kasaplık keçi gövde etlerinden birinin ön soğutulmasından sonra kemik, tendo, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ile büyük sinir ve damarlarından, kısmen kabuk ve iç yağlarından ayrılarak uygun bir kıyma makinasında bir kez çekilmesi ile elde edilen ve hiçbir katkı maddesi içermeyen ürün olarak ifade edilmiştir (Anonim 2003).

Kıyma haline getirilmiş etlerde mikrobiyel bozulma daha çabuk gerçekleşmektedir. Çünkü, etlerde hücre suyu dışarı çıkararak mikroorganizmaların üremesi için iyi bir ortam oluşturur. Etin bağ dokusu parçalanır, temas yüzeyi artar ve buna bağlı olarak mikroorganizma sayısında önemli artışlar görülebilir.

Et ve et ürünlerinde mezofilik aerobik bakterilerin yanı sıra salmonella ve listeria gibi patojen mikroorganizmalara da rastlanma oranı oldukça yüksektir (Çetin 1991).

1929 yılından beri *Listeria monocytogenes*, insan kaynaklı bir patojen olarak bilinmesine rağmen; 1980'li yılların başlarında listeriosis salgınları *Listeria monocytogenes* ile kontamine olmuş gıdaların tüketilmesi sonucunda görülmüştür. 1990'lı yılların sonlarına doğru görülen salgınlar ve et ürünlerinin *Listeria monocytogenes* nedeni ile toplatılması, bu patojene karşı duyulan çekingenliği arttırmış ve kontrol ölçütlerinin uygulanmasına neden olmuştur (Doyle ve ark. 2001).

Listeria monocytogenes; Gram (+), spor oluşturmeyen, toprakta, suda, çürümüş bitkisel materyallerde yaygın olarak bulunan bir bakteridir. Bu nedenle bir çok yoldan gıdalara bulaşabilmektedir (Anonim 1991).

Kontamine gıdaların yol açtığı listeriozis vakalarında enfektif dozun ne olduğu tam olarak bilinmemektedir. Ayrıca listeriozisin meydana getirdiği semptomlar yaşa, cinsiyete, suşa bağlı olarak değişim göstermektedir (Kunduhoğlu ve Kıvanç1993).

Edirne ve çevresinde *Listeria monocytogenes* infeksiyon oranının belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada; 300 kişide % 31 oranında pozitif kabul edilebilecek düzeyde infeksiyon belirlenmiştir. Çocuk grubunda bu oran, % 40 hamile grubunda ise % 28 olarak tespit edilmiştir (Çolak 1990).

Bu mikroorganizmanın farklı ortam koşullarında özellikle düşük sıcaklıklarda gelişebilmesi büyük problemlere neden olmaktadır. Hastalık daha çok bağışıklık sistemi zayıf kişilerle, hamileler ve yeni doğan bebeklerde görülmektedir. Bundan dolayı Dünya Sağlık Örgütü ve birçok kuruluş listeriosis ile mücadele için büyük çaba göstermektedir (Bayram 2002).

Listeria monocytogenes'in bulunduğu gıda kaynaklarına bakıldığında; et ve et ürünleri, tavuk ve kanatlı etleri, balık, süt ve süt ürünleri görülmektedir.

Eti pişirerek hem daha lezzetli hale getirmek hem de mikrobiyolojik açıdan güvenilirliğini sağlamak mümkündür. Günümüzde klasik pişirme yöntemlerinin yanı sıra mikrodalga fırınlarda pişirme de tercih edilmektedir. Mikrodalga fırınların kullanımının yaygınlaşması mikrobiyolojik açıdan güvenilirliğinin araştırılmasını zorunlu kılmıştır (Fung ve Cunningham 1980).

İlk mikrodalga fırınlar 1950'li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Giderek ev tipi mikrodalga fırınların kullanımı artmaktadır. Amerika da bu oran % 100, Japonya, İngilterede ve Avrupadaki bir çok ülkede ise mikrodalga fırın kullanımı % 80'nin üstüne çıkmıştır (Bengtsson 2001).

Ev tipi mikrodalga fırınlar çözüldürme, ısıtma ve pişirme amacı ile kullanılmaktadır. Özellikle köfte ve tavuk parçalarının pişirilmesinde başarılı sonuçlar alınmıştır (Giese 1992).

Mikrodalga fırın kullanımının yaygınlaşması nedeni ile mikrodalga fırınların mikrobiyolojik açıdan güvenilirliği bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Mikrodalga enerjisinin mikroorganizmalar üzerindeki etki mekanizması hala netlik

kazanmamıştır. Ancak; pişirme süre ve sıcaklığının diğer etkilere göre daha ön sırada yer aldığı kabul edilmiştir (Fung ve Cunningham 1980, Giese 1992, Bengtsson 2001). Bununla beraber mikrodalga fırında pişirilecek gıdanın şekli, yoğunluk ve homojenliği, başlangıç sıcaklığı, gıdanın miktarı mikrodalga fırında pişirme işlemini etkileyen önemli başlıklardır (Harrison 1980, Bengtsson 2001).

Mikrodalga fırınlarda pişirilen gıdaların güvenli olarak tüketilebilmesi için bu unsurların patojen mikroorganizmaların inaktif edilmesi açısından önemi araştırılmalıdır. Kasap köfte için kullanılan kıyma yapımında kollagen doku oranı yüksek, biyolojik değeri düşük olan 2. ve 3. sınıf etler ve iç yağları kullanılmaktadır. Et ilk elde edildiğinde sterilidir. Çeşitli nedenlerle; az veya çok saprofit ve patojen mikroorganizmalar ile hijyenik şartların yeterli olmadığı durumlarda kirlendiği ve bu kirlenmenin etin saklanması ve dayanma sürecini önemli ölçüde etkileyerek kısalttığı belirtilmektedir (Yücel ve Bayizit 1999).

Izgara köftenin üstün nitelikli etten ve gerekli hijyenik koşullarda hazırlanarak yeterli derecede pişirilip tüketime sunulması gerektiği aksi halde, çabuk bozularak halk sağlığı açısından risk yaratabileceği ileri sürülmektedir (Yentür ve ark. 1990).

Aynı risk kasap köfte için de geçerlidir. Kıymalar gerek hazırlama aşamalarında gerekse pazarlanmaları sırasında listeria türleri ile kontamine olarak halk sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir. Bu çerçevede yapılan çalışmalarda; çiğ kıyma numunelerinin % 30 - % 50 oranında *Listeria monocytogenes* ile kontamine olduğu saptanmıştır (Şireli 1996).

Bu çalışmada mikrodalga enerjisinin toplam mezofilik aerobik bakteriler ve *Listeria monocytogenes* üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla gıda kaynaklı bir patojen olan *L. monocytogenes* pişirilmeden önce 10^1 , 10^2 , 10^3 düzeyinde kasap köfte örneklerine inokule edilerek, mikrodalga fırında pişirme işleminin etkisi araştırılmıştır. Ayrıca kasap köfte mikrodalga fırında pişirilerek toplam aerobik bakteri sayısındaki değişim incelenmiştir.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Et ve et ürünleri; çok tüketilmeleri, beslenme açısından da oldukça önemli bir grup teşkil etmeleri, mikrobiyolojik bozulmaya ve kontaminasyona uygun olmaları gibi sebepler nedeni ile bugüne değin birçok bilim adamı tarafından araştırma konusu olarak seçilmiştir.

Ülkemizde et ve et ürünleri üzerine yapılan araştırmalarda genelde; geleneksel pişirme yöntemlerinin mikrobiyolojik etkileri ya da et ve et ürünlerinin çiğ haldeki mikrobiyolojik yükleri araştırılmıştır. Bu çalışmaların bazıları incelendiğinde gerek çiğ kıyma gerekse köfteler ile ilgili mikrobiyolojik verilere ulaşmak mümkündür.

Bursa piyasasından sağlanan 10 adet gövde eti numunesi ve 13 adet kıyma numunesinin bakteriyolojik analizi yapılmıştır. Kıyma örneklerinde; toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı en az 2.5×10^4 adet/g, en çok 2.0×10^8 adet/g olarak belirlenirken örneklerde ortalama 1.1×10^6 adet/g düzeyinde koliform bakteri bulunmuş, örneklerin hiçbirinde salmonella'ya rastlanmaz iken % 46.15'inde *E. coli* saptandığı bildirilmiştir (Başegmez 1988).

Tunçel ve Göktan'ın (1989) bildirdiğine göre; perakendecilerden toplanan sığır kıymalarının % 28'inde, kanatlıların boyun derilerinin % 47'sinde *Listeria monocytogenes* bulunmaktadır. Ayrıca; çiğ kanatlıların ortalama % 50'sinde *L.monocytogenes* olmasının beklendiği ve bu bulaşmanın bağırsakların temizlenmesi sırasında olduğu ifade edilmiştir.

Bir diğer araştırmada; 110 sebze örneği ve 14 pastörize süt örneğinde *L. monocytogenes* tespit edilmez iken 16 tavuk örneğinin 9 (% 53)'unda, 44 biftek örneğinin 38(% 86.4)'inde, 30 fermente sosis örneğinin 6(% 20)'sında *L. monocytogenes* tespit edilmiştir (Johnston 1989).

Çiğ ve pişmiş ızgara köftelerin bakteriyolojik kalitesinin incelendiği bir çalışmada; çiğ ızgara köfte örneklerinde ortalama olarak toplam aerobların sayısı 3.2×10^8 kob/g, koliformlar 8.5×10^5 kob/g, *E. coli* 1.2×10^3 kob/g, *C. perfringens* 1×10^3 kob/g, toplam stafilokoklar 4×10^6 kob/g, toplam maya ve küf sayısı 1×10^4 kob/g olarak saptanmıştır (Yentür ve ark.1990).

Hamurgerlerin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine donmuş depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkisi üzerine yapılan bir araştırmada; -8 °C de depolama süresine bağlı olarak toplam mezofil aerobik bakteri sayısı, psikrofil bakteri sayısı ve koliform grubu bakteri sayılarında artış olduğu -26 °C’de depolamada azalma olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar et ve et ürünlerinin depolama koşullarının da mikrobiyolojik yük üzerindeki önemini göstermektedir (Ertaş ve Soyer 1991).

Elazığ’da tüketime sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada; 45 adet çiğ köfte örneğinde ortalama 25 °C’de 1.46×10^6 adet/g, 37 °C’de 4.6×10^5 adet/g aerob mezofilik bakteri, koliform 8.7×10^4 adet/g, fekal streptokok 1.7×10^4 adet/g, stafilokok 1.9×10^5 adet/g düzeyinde belirlenmiştir (Patır ve ark.1992).

Bursa’da tüketime sunulan çiğ hamburger köftelerinin mikrobiyolojik ve kimyasal niteliklerinin incelendiği bir çalışmada; toplam bakteri sayısı 6.06×10^5 adet/g, koliform bakteri sayısı 1.81×10^5 adet/g olarak tespit edilmiştir. Örneklerin % 53.3’ünde *E.coli*’ye rastlandığı ifade edilmiştir. Bu sonuçlar et ve kıyma satılan marketler ve kasaplarda hijyenik koşulların gerektiği gibi olmadığını göstermektedir (Yıldızhan 1994).

Mikrodalga fırının kıymanın mikrobiyal florasına etkisinin incelendiği bir çalışmada; çiğ kıyma örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 6.9×10^7 adet/g , koliform grubu mikroorganizma sayısı 6.3×10^4 adet/g, laktobasillerin sayısı 5.2×10^4 adet/g ve maya ve küflerin sayısı ise 1.2×10^6 adet/g olarak tespit edilmiştir (Ünusan 1994).

100 adet hazır kıyma örneğinde yapılan bir diğer çalışmaya göre; örneklerin % 97'sinde listeria türleri belirlenirken, % 28'inde *L. monocytogenes* tespit edilmiştir (Şireli 1996).

Aksan'ın(1998) bildirdiğine göre; Ankara'da satılan hazır kıyma örneklerinde; toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (25 °C) 3.4×10^8 kob/g, *Staphylococcus aureus* 9.6×10^5 kob/g, koliform 8.5×10^8 kob/g, *E. coli* 4.2×10^6 kob/g olarak belirlenmiştir.

Dahm süpermarket ve kasaplardan toplanan 450 kıyma örneğinde yaptığı mikrobiyolojik çalışmalarda toplam mezofilik aerob bakteri sayısını $< 10^6$ kob/g olarak bulunduğunu bildirilmektedir (Aksan 1998).

Depoureq ve Poucke'nın, 52 kıyma örneği ile yaptıkları araştırmalarda toplam aerob bakteri sayısını $> 10^6$ kob/g, *Enterobacteriaceae* $> 10^3$ kob/g olarak belirlediği ve 23 örnekte fekal streptococci, 6 örnekte *E.coli*, 2 örnekte salmonella varlığı saptadığı bildirilmiştir (Aksan 1998).

Ankara'da tüketime sunulan hazır kıymalarda *L. monocytogenes* varlığının incelendiği bir çalışmada 80 adet kıyma örneği kullanılmıştır. Paketli kıyma örneklerinde *L.monocytogenes'e* rastlanmaz iken, süpermarketlerden alınan hazır kıymalarda % 13.3, kasap ve şarküterilerden alınan hazır kıyma örneklerinde % 17.5 oranında *L. monocytogenes* belirlenmiştir (Bayram 2002).

Yapılan bir çalışmada Ankara'daki marketlerde taze olarak tüketime sunulan 40 kıyma, 30 köfte ve 30 burgerden oluşan toplam 100 adet tavuk eti ürününde listeria türlerinin varlığı araştırılmıştır. Tavuk kıyma örneklerinin % 85'nin ortalama 3.2×10^1 MPN(En muhtemel sayı) /g, tavuk köfte örneklerinin % 83.3'nün 1.3×10^1 MPN/g, tavuk burger örneklerinin % 40'ında 3.6 MPN/g düzeyinde değişik listeria türleri ile kontamine olduğu saptanmıştır. Örneklerde *L. innocua* baskın tür olarak bulunurken bunu *L. monocytogenes* ve *L. grayi* takip etmiştir. İncelenen örneklerin % 20-35'inin *L. monocytogenes* ile kontamine bulunması bu tür gıdaların az pişmiş olarak tüketilmesi

halinde listeria enfeksiyonu yönünden potansiyel sağlık riski oluşturabileceğini ortaya koymaktadır (Şireli ve ark. 2002).

Vanda bulunan et ve et ürünlerinde listeria varlığını ve *L. monocytogenes*'in bulunma oranını belirlemek amacı ile yapılan bir çalışmada; 100 adet kıyma, 50 adet parça et, 25 adet sucuk, 25 adet salam, 25 adet sosis ve 25 adet pastırma örneği incelenmiştir. Kıyma örneklerinin % 73'ünde, parça et örneklerinin % 74'ünde sucuk örneklerinin %76 sında, salam örneklerinin % 16'sında, sosis örneklerinin % 44'ünde ve pastırma örneklerinin % 32'sinde listeria türleri belirlenmiştir. Kıymalarda % 15, parça ette % 21.6, sosiste % 27.3, pastırmada % 50 oranında *L. monocytogenes* tespit edildiği bildirilmiştir (Berkaş ve ark. 2006).

Et ve et ürünlerinin muamele gördüğü işletmelerin hijyenik koşulları da listeria gibi patojenlerle etlerin kontamine olma riskini artırmaktadır. Barros ve ark. (2007)'nin Brezilya'da yaptıkları bir araştırmada 443 örnek incelenmiştir. Bu örneklerin % 38.1'inde listeria türleri tespit edilmiştir. Bu oranın % 51.4 'ünün ekipmandan, % 35.4'nün düzenden ve % 30.2'sinin üründen kaynaklandığı ifade edilmiştir. Örneklerde % 12.6 oranında *L. monocytogenes* tespit edilmiştir.

Et ürünleri gerek mezofilik aerobik bakteriler gerekse patojen mikroorganizmalar için iyi bir kaynak durumundadır. Bu ürünlerde belirlenen mikroorganizmaların pişirme işlemi sonucunda hangi seviyelere indiklerinin tespit edilmesi insan ve toplum sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Et ürünlerinin pişirilmesinde mikrodalga fırınlar pratiklikleri ve zamandan sağladıkları kazanç nedeni ile tercih edilmektedir.

Mikrodalgaların mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini saptamak amacı ile çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu konudaki çalışmalar daha çok 1950'den sonra yapılmaya başlamış ve son yıllarda da ağırlık kazanmıştır. Et, yumurta, süt, hububat, meyve sebze ürünleri gibi çeşitli gıda maddelerindeki mikroorganizmalara mikrodalga ile ısıtmanın etkileri araştırılmaktadır (Acar ve Ercan 1989).

Fung ve Cunningham (1980) mikrodalga enerjisinin mikroorganizmalar üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında; toplum sağlığını daha çok tehdit ettiklerini düşündükleri; *Escherichia coli*, *Micrococcus rhodochrous*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella pullorum*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus* ve *Streptococcus faecalis*'i kullanmışlardır. Farklı mikroorganizmaların mikrodalga enerjisine farklı tepki verip vermediğini araştırmışlardır. Bu mikroorganizmaları; 10^5 , 10^7 seviyesinde domates çorbasına inoküle ederek mikrodalga fırında pişirmişlerdir. Sonuç olarak aynı ısıda ve 2 dakika pişirilen çorba örneklerinde anılan mikroorganizmaların farklı tepkiler verdiklerini tespit etmişlerdir. *S. faecalis*'in diğer bütün trnlere oranla çok daha fazla direnç gösterdiği belirtilmiştir. Ancak belirli sayıda bakterinin incelendiği bir çalışma olması nedeni ile mikrodalga enerjisi karşısında bakterilerin göstermiş olduğu direnç morfolojik yapı, Gram pozitif (+) veya negatif (–) gibi özelliklere bağlanamamıştır.

Spite (1984) yaptığı araştırmada; gıda kompozisyonunun, homojenliğin, ağırlığın ve zaman-sıcaklık ilişkisinin mikrodalga fırında pişirilen donmuş gıdalar üzerindeki antimikrobiyel etkisini incelemiştir. Bu amaçla; yağsız süt, tuz, su, margarin ve patates püresi kullanılarak gıda bazı hazırlamıştır. Bütün pişirme işlemlerini en yüksek pişirme derecesi olan 1500W'da yapmış ve 120 gramlık gıda bazlarını 3, 3.5, 4 dakika süre ile 360 gramlık gıda bazlarını 9 dakika süre ile pişirmiştir. Patojen olarak *Salmonella cubana*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*'i seçerek 10^5 ve 10^7 düzeyinde kullanmıştır. 3 dakikadan uzun pişirme sürelerinde *S.cubana* ve *S.aureus* lrken, spor üreten mikroorganizmalar *B. cereus*, *C. perfringens*'in 4 dakikalık pişirme süresinde canlı kaldıkları bildirilmiştir. 3 dakikalık pişirme süresi patojenleri öldürmek için yetersiz kalırken gıdanın tketebilirliği açısından en olumlu sonuçları vermiştir. Yüksek protein yada lipid oranlarının *C. perfringens*'in yüksek sıcaklıklarda dahi yaşam şansını arttırdığı bildirilmiştir. 360 gramlık gıda bazlarına uygulanan 9 dakikalık pişirme süresinin sonunda spor oluşturmayan bakterilerin öldüğü, *B. cereus*'un inaktivasyonunda 3 dakikalık pişirme ile aynı etki sağlanırken, *C. perfringens*'in yaklaşık olarak iki katı hızla inaktive olduğu belirtilmiştir

Listeria monocytogenes'in sıcaklığa karşı gösterdiği direncin belirlenmesini amaçlayan bir çalışmada; tavuk eti, biftek ve havuç kullanılarak steril gıda homojenatları hazırlanmıştır. *Listeria* ile kontamine edilen steril gıda homojenatlarındaki *L. monocytogenes*'in yıkım hızı belirlenerek D değeri hesaplanmıştır. 60, 62, 64, 66, 68 ve 70 °C de ısıtılan gıda homojenatlarında 10^7 düzeyinde kontamine edilen örneklerde su banyosunda 70 °C de 2 dakikalık sürenin güvenilir olduğu ifade edilmiştir. Uygulanan süre ve sıcaklıkta gıdanın merkez sıcaklığının minimum 70 °C ye ulaşmasının ve sürenin 2 dakikadan az olmamasının önemi vurgulanmış ve bu değerlerin tam anlamı ile homojen gıda örnekleri için geçerli olduğu rapor edilmiştir (Gaze 1989).

Tüm bu bulgularda göstermektedirki; mikrodalga ile pişirme işleminde kontrol altına alınması gereken ve mikrobiyolojik inaktivasyonu etkileyen birden fazla parametre vardır. Bu parametrelerin her biri mikrodalga fırının mikrobiyolojik güvenilirliğini farklı yönlerde etkilemektedir.

Wright ve ark.(1986) tarafından mikrodalga fırın ile geleneksel fırında pişirmenin *Clostridium perfringens* üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; sığır etinden yapılmış köfteler kullanılmıştır. Her iki pişirme yönteminden sonrada *Clostridium perfringens*'in tespit edildiği ancak geleneksel yöntemle pişirmenin daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Erverdi (1990); yaptığı çalışmada mikrodalga fırının sıvı besiyerlerinde üreyen farklı bakteri suşları ve gıda örneklerine inokule ettiği bakteri suşları üzerine etkisini incelemiştir. Gıda örneği olarak peynir, pilav, haşlanmış patates ve kıyma kullanılmıştır. Gıda örneklerinde 30 snlik pişirme işlemi sonrasında bakteri faaliyetinin bulunmadığı rapor edilmiştir. *Listeria monocytogenes* ile kontamine edilen peynirin bir kısmı 24 saat buzdolabında bekletilerek, bir kısmı buzdolabında beklemeden mikrodalga fırında 15, 20 ve 30 sn süre ile pişirilmiştir. 30 sn süre ile pişirilen peynir örneklerinde buzdolabında beklesin veya beklemesin bir üreme tespit edilmemiştir. 30 saniyelik ısıtma süresi sonunda elde edilen merkez sıcaklığı 82 °C'de olarak ölçülmüştür. 15 ve

20 snlık ısıtma işlemleri sonucunda 65-72 °C sıcaklık ölçülmüştür. Erverdi'nin de belirttiği üzere mikrodalga fırında mikroorganizmaların öldüğü kesindir.

Mikrodalgada pişirilen gıdaların mikrobiyolojik florası ile ilgili yapılan bir çalışmada; dondurulmuş et yemekleri, rosto, Asya ve İtalyan yemekleri kullanılmıştır. Bu örnekler pişirilmeden önce; 9 örnekte *Clostridium perfringens*, 7 üründe *Staphylococci*, 3 örnekte *Bacillus cereus*, 3 örnekte *Listeria monocytogenes* tespit edilmiştir. Gıda örnekleri mikrodalga fırın ile ısıtıldıktan sonra bir adet biftek örneğinde *Clostridium perfringens*, bir adet kuzu rostosundan *Listeria monocytogenes* izole edilmiştir. Sonuç olarak dondurulmuş gıdaların genelde düşük konsantrasyonda mikroorganizma içerdiği ve mikrodalga fırında ısıtma işleminin önerilen şekilde yapılmasının gıdanın güvenilirliği için yeterli olduğu görülmüştür (Holloyywood ve Naidoo 1991).

Mikrodalga fırında pişirme ile geleneksel fırında pişirmenin karşılaştırıldığı bir araştırmada; dana kıyması materyal olarak kullanılmıştır. Kıyma örnekleri 500 gramlık örnekler halinde az (7 dak.), orta (9 dak.) ve iyi (11 dak.) pişmiş olmak üzere üç farklı aşamada mikrodalga fırında pişirilerek 30 dakika alüminyum folyoda bekletilmiştir. Az ve orta pişmiş kıyma örnekleri mikrodalga fırından çıkarıldığında pembe kırmızı görünümde merkezi pişmemiş halde iken alüminyum folyoda bekledikten sonra piştiği ifade edilmiştir. Geleneksel fırında uygulanan pişirme süresinin uzunluğu ve uygulanan sıcaklığın yüksekliği nedeni ile mikrobiyal açıdan daha güvenli olduğu belirtilmiştir. Mikrodalga ile pişirme işleminde az ve orta pişmiş kıyma örneklerinde *Listeria monocytogenes*'in varlığını sürdürdüğü tespit edilmiştir (Varabioff ve ark. 1991).

Tavuk eti kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada; 122 ızgaralık ve 119 fırınlık çiğ tavuk eti mikrodalga fırında pişirilerek listeria türlerinin mikrodalga fırında yaşama yüzdesi belirlenmiştir. Pişirilen örneklerin 10 adetinde listeria tespit edilmiştir. Ancak *Listeria monocytogenes* tespit edilen örneklerin fırın üreticileri tarafından önerilen ağırlığın oldukça üstünde olan örnekler olduğu ve fırın çıkışında tavuk parçalarında pişmemiş bölgelerin gözlemlenebildiği bildirilmiştir (Farber 1998).

Heddleson ve arkadaşları (1996), 700W'lık mikrodalga enerjisinin beş farklı gıda kompozisyonunda (UHT süt, et broth, puding, krem sos, sıvı yumurta) salmonella türleri, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkisini incelemek için bir çalışma yapmışlardır. Gıda kompozisyonunun etkisinde incelendiği bu çalışmada süre, salmonella türleri ve *Listeria monocytogenes* için 60 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. *Listeria monocytogenes*'in en hızlı yıkımı pudding ve et brothunda olmuştur. Gıda kompozisyonunun mikroorganizmaların yıkım miktarını etkilediği ifade edilmiştir.

Et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, kanatlı, balık, ekmek, sebzeler ve baharatlarda bulunan mikroorganizmalar üzerine mikrodalga uygulamasının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla ev tipi 2450 MHz mikrodalga fırın kullanılmış, uygulama geleneksel yöntemler ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda geleneksel ısıtma yöntemleri ile elde edilen mikrobiyolojik sonuçlara prensip olarak mikrodalga uygulamaları sonucunda da ulaşılmıştır. Su içeriği fazla olan ürünlerde bakteri inaktivasyonu daha fazla olmuş ve sterilizasyon için sürekli uygulamalar önerilmiştir (Aydın 2001).

Mikrodalga fırının *Yersinia enterocolitica* üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada; kıyma örneklerine 10⁹ düzeyinde *Yersinia enterocolitica* inoküle edilmiştir. Dört dakika süre ile örnekler 150W (35 °C), 400W (54 °C), 550W (67 °C), 700W (80 °C) ve 800W (97 °C)'de pişirilmiştir. 550W, 700W ve 800W'da pişirilen kıyma örneklerinde *Yersinia enterocolitica* tespit edilmemiştir. Et ve et ürünlerinin pişirilmesi için önerilmeyen 150W ve 400W'da birer örnekte *Yersinia enterocolitica* tespit edilmiştir. Mikrodalga fırında pişirme aşamasının önemine dikkat çekilmiştir (Çakıroğlu 2001).

Tekirdağ köftesinin materyal olarak seçildiği bir diğer çalışmada *E.coli* O157 ile inoküle edilen köfteler fırında, mikrodalga fırında ve ızgarada pişirilmiştir. Bu araştırma sonucunda örneklerin hiçbirinde *E.coli* O157'ye, rastlanmazken tamamında salmonella bulunmuştur. Ayrıca, toplam bakteri sayısındaki değişim incelendiğinde diğer pişirme yöntemlerine göre mikrodalgada pişirilen köftelerdeki sayının daha az olduğu bununda köfte merkez sıcaklıkları ile desteklendiği ifade edilmiştir (Yılmaz ve ark. 2005).

Mikrodalga enerjisinin gıdalar üzerindeki etkisini gıdanın kompozisyonunun etkilediği açıktır. Mikrodalga fırında gıdanın ulaştığı sıcaklık derecesi özellikle mikrobiyolojik güvenilirlik açısından önem taşımaktadır.

Picouet ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmada; yağsız et, sadece yağ ve yağ et karışımlarını kullanmışlardır. 798W'da yağ içeriği artırılıp nem içeriği azaltıldıkça ısınmanın hızlandığı ancak bu davranışın her pişirme aşamasında geçerli olmadığını ifade etmişlerdir.

2.1 *Listeria monocytogenes*

L.monocytogenes'in bulunuşu ile ilgili tarihi bilgileri, genel özellikleri, kaynakları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

2.1.1 *Listeria monocytogenes*'in tarihçesi:

Murray tarafından 1926 yılında ilk kez tavşanlardan ve domuzlardan izole edilen Gram pozitif, spor oluşturmeyen kısa bakteriler *bacterium monocytogenes* olarak isimlendirilmiştir. Bakterinin kanda bulunan beyaz hücreleri (monocytes) infekte etmesi nedeni ile bu isim verilmiştir. Joseph Lister'in mikroorganizmayı tespitinden sonra Pirie 1930 yılında benzer bir mikroorganizmayı izole etmiş ve 1940 yılında *Listeria monocytogenes* adında ortak karar kılınmıştır (Anonim 1996).

Bu bakterinin sebep olduğu enfeksiyonlar; insanlarda olduğu kadar balık, sığır, keçi, kuşlar, kemirgenler gibi çok geniş hayvan türlerinde de görülmüştür. Kontamine olmuş hayvan yemleri listeriosis'in sebebi olarak tespit edilmiştir. 1949 yılında Almanya da çiğ süt tüketimine bağlı olarak salgınlar görülmesine rağmen, insanlarda görülen enfeksiyonlar 1980'li yılların başlarına kadar listeria olarak değerlendirilmemiştir (Anonim 1991).

1980 yılından bu yana Avrupada ve Kuzey Amerika'da en az beş büyük gıda kaynaklı listeriosis salgını bildirilmiştir. İlk salgın Kanada da 1981 yılında 34 erken doğum ve 7 yetişkinin olmak üzere %28'in üzerinde ölüm oranı ile rapor edilmiştir. 1983 yılında Massachusetts de 42 yetişkin ve 7 erken doğum vakasında listeriosis bildirilmiştir. 14 kişinin yaşamını yitirdiği bu salgında listeriosis kaynağı pastörize edilmiş süt olarak belirtilmiştir. Sütün pastörizasyonunda bir hata tespit edilememiş ve bu nedenle listerianın pastörizasyon sıcaklığına dayandığı ifade edilmiştir (Anonim 1991).

Kırmızı et, biftek ve benzeri ürünlerden de listeria izole edilmiştir. 1989 da bir grup araştırmacının bildirdiğine göre 221 taze et örneğinin 9 'unda listeria tespit edilmiştir. Örnekler sosis, domuz sosisi, hamburger, dana ve kuzu etini içermektedir. 1989 yılında Nicolas yaptığı analizler de 221 et örneğinin % 33'ünde listeria, % 21'inde *Listeria monocytogenes* tespit etmiştir. Listerianın çevrede yaygın olarak bulunması buzdolabında, nitrit ve tuz varlığında üremesi bu mikroorganizmaya gösterilen ilginin artmasına neden olmuştur (Banwart 1989, Anonim1991).

1985 yılında California'da ki salgın bilimsel ve bilimsel olmayan bütün çevreleri listeriosis salgınlarındaki gıda kaynağını dikkate almaya mecbur etmiştir. 93 erken doğan 49'u yetişkin olmak üzere 142 kişinin yakalandığı bu salgında 48 kişi hayatını kaybetmiştir. *Listeria monocytogenes* kaynağı olarak Meksika tipi peynir ve bu peynirin üretildiği işletme tespit edilmiştir. Avrupa'da 1983 ile 1987 yılları arasında salgınlar devam etmiştir. Bu salgınlarda yarısı yeni doğmuş olmak üzere 122 vaka bildirilmiş ve 31 kişi yaşamını yitirmiştir (Anonim 1991).

Listeriosis salgınlarının belirli bir gıda grubunu içermemekle beraber gıda kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Peynir çeşitleri, gıdalara lezzet vermek amacı ile katılan maddeler, sosis çeşitleri, iyi pişmemiş tavuk etleri vb. listeria kaynağı olabilmektedir. 1992 yılında Fransa'da mart ayından aralık ayına kadar 279 vaka bildirilmiş 63 kişi yaşamını yitirirken 22 düşük vakası gözlenmiştir. Bu salgına sebep ise yetersiz hijyenik koşullarda hazırlanan jöleli domuz dili olmuştur (Dever ve ark. 1993, Anonim 1996).

1998-1999 yıllarında; Norveç, İsveç ve Finlandiyayı kapsayan bir çalışmada; et, tavuk eti ve deniz ürünleri üreten 6 et firması, 5 deniz ürünleri işletmesi ve 2 tavuk ürünleri işletmesinde *Listeria monocytogenes* varlığı araştırılmıştır. Yapılan çalışmada; 2522 örnek incelenmiştir. Örnekler; üretim hatları, personel, hammadde ve işlenmiş ürün olmak üzere 4 ayrı gruptan alınmıştır. Et işletmelerinde *Listeria monocytogenes* varlığı % 0 ile % 15.1, tavuk ürünleri işletmelerinde; % 20.6 - % 24.1 deniz ürünleri işletmelerinde % 5.9 - % 22.1 oranlarında tespit edilmiştir. Hammaddede ette ortalama % 15.6, tavuk ürünlerinde % 22.2, deniz ürünlerinde % 39.0 oranında *L. monocytogenes* belirlenmiştir. İşletmelerde uygulanan ısıl işlemler sonrasında *L. monocytogenes* ürünlerde tespit edilmemiştir. Ancak; işletme koşullarındaki yetersizlikler nedeni ile et ürünleri % 2.3 oranında, deniz ürünleri % 4.8 oranında listeria ile kontamine olmuştur (Suihko ve ark 2004).

Gelişen gıda üretim koşullarına rağmen listeria kaynaklı salgınlara rastlanmaktadır. 2001 yılında Japonyada *L. monocytogenes* 1/2 b peynirlerden izole edilmiştir. 123 peynir örneğinin 15'inden izole edilen bakterinin en muhtemel sayı değeri < 30 ile $4,6 \times 10^9$ adet/100 gram olarak belirlenmiştir. Bakterinin aynı serotipi peyniri tüketen 86 kişiden de izole edilmiştir. Bu kişilerden 39'u çeşitli şikayetler ile tedavi altına alınmıştır. Bu salgın Japonya'da kayıt altına alınan ilk gıda kaynaklı listeriosisdir (Makino ve ark. 2005).

Çekoslovakya'da 2005 yılında 15 kişi, 2006 yılında 75 kişinin listeriosis hastalığına yakalandığı bildirilmiştir. 2006 yılında hastalanan 75 kişiden 12 'sinin yaşamını kaybettiği belirtilmiştir. Son yıllarda Çekoslovakya'da listeriosis vakalarının arttığına dikkat çekilmiştir (Anonim 2008).

Yukarıda bahsedilen gıda kaynaklı listeriosis salgınları ile beraber bilim adamları *L. monocytogenes*'i araştırma inceleme ihtiyacı duymuşlardır. *L. monocytogenes*'in araştırılma nedenleri 3 grupta ifade edilmiştir. Bunlar; mikrobiyoloji ve gıda bilimi açısından; bakterinin patojenliği ve minimum enfektif dozun tespit edilmesi, epidemiyolojik ve tıbbi araştırmalar bakımından da; *Listeria monocytogenes*'in özelliklerinin ortaya çıkarılarak gıda ile uğraşan, hazırlayan kişilerin daha iyi

eğitilmesini sağlamak ve listeriosise karşı koruyucu davranışlar kazandırmaktır(Anonim 1991).

2.1.2 *Listeria monocytogenes*'in genel özellikleri

Corinebacterium familyasına ait 0,4-0,5 µm genişliğinde, 0,5-2 µm uzunluğunda Gram pozitif (+) 20-25 °C de hareketli, katalaz (+), spor oluşturmeyen, fakültatif anaerob ve mikroaerofil, basit boyamada çubuk ve kokobasil bazen Çin alfabesi harfleri gibi görünen, β hemoliz yapan psikrotrof bir bakteridir. Kolay gelişen bakteriler içinde yer alırlar (Kunduhoğlu ve Kıvanç 1993, Akçelik 2000, Başoğlu ve Şahin 2002).

Listeria türlerinin identifikasyonu için yapılan biyokimyasal testlerin sonuçları Çizelge 2.1.2.1'de gösterilmiştir. Ayrıca *Listeria* serotiplerinin türlere göre dağılımı Çizelge 2.1.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1.2.1. *Listeria* türlerinin identifikasyonu için yapılan biyokimyasal testler (Jones and Seeliger 1984).

Testler	<i>L. monocytogenes</i>	<i>L. ivanovi</i>	<i>L. innocua</i>	<i>L. welshimeri</i>	<i>L. murrayi</i>	<i>L. grayi</i>	<i>L. seeligeri</i>
Gram boyama	+	+	+	+	+	+	+
Katalaz	+	+	+	+	+	+	+
Oksidaz	-	-	-	-	-	-	-
Sım motilite	+	+	+	+	+	+	+
β-hemoliz	+	+	+	-	-	-	+
CAMP test S.aureus/R.equi	+/-	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	+/-
Mannitol	-	-	-	-	+	+	-
L.Ramnoz	+	-	D	D	D	-	-
D-Ksiloz	-	+	-	+	-	-	+
Salisin	+	+	+	+	+	+	+
Dulsit	-	-	-	-	-	-	-
MR/VP	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+
Nitrat red.	-	-	-	-	+	-	-

Çizelge 2.1.2.2. *Listeria* serotiplerinin türlere göre dağılımı (Akçelik 2000)

Türler	Serotipler
<i>L.grayi</i> *	S(spesifik)
<i>L.innocua</i>	4ab,6a,6b
<i>L.ivanovii</i>	5
<i>L.monocytogenes</i>	1/2a, 1/2b,1/2c,3a,3b,4a,4ab,4c,4d,4e,7
<i>L.seeligeri</i>	1/2a,1/2b,1/2c,4b,4d,6b
<i>L.welshimeri</i>	1/2a,4c,6a,6b

*:Son yapılan çalışmalarda *L.murayyi* , *L.grayi* ile aynı tür içine alınmıştır.

Bu mikroorganizma buzdolabı sıcaklığında gelişebilen bir patojendir. Bakterinin psikrofilik oluşu önemini daha da artırmaktadır. Sıcaklığa direnci konusunda değişik görüşler bulunmaktadır. Sütte 61.7 °C'de 35 dakikada yapılan ısıtma işlemi çalışmasında canlılığını sürdürdüğü belirtilmiştir. Ayrıca yüksek sıcaklık (71.7 °C) ve kısa zaman pastörizasyonunda da nadiren de olsa canlı kalabildiği belirlenmiştir (Anonim 1991).

L. monocytogenes'in hafif alkali ortamda ve nötral pH 'larda gelişebildiği gözlenmiştir. Ancak George ve ark. (1988) tarafından yapılan bir araştırmada; *Listeria monocytogenes*'in 30 ve 20 °C de minimum 4.39 pH değerinde, 10 ve 7 °C de 4.62 minimum pH da, 7 °C de ise minimum 5.3 pH da gelişebildiği ifade edilmiştir. pH değeri 4.8 olan lahana suyunda 49 gün canlı kalabilmektedir. Gıdaların işlenmesi sırasında listeria türlerinin pH 5.0 - 9.6 değerleri arasında ve 1 - 45 °C de gelişebilmesi yüksek tuz konsantrasyonu ve sodyum nitriti tolere edebilmesi listeria türlerinin gıdalarda bulunma oranını arttırmaktadır (Kunduhoğlu ve Kıvanç 1993, Şireli 1996).

Gıdalarda aranması ve sayılması üzerine pek çok çalışmalar yapılmasına karşın listeria halen gıda mikrobiyolojisinde en zor belirlenen bakteriler arasındadır. Diğer mikroorganizma gruplarında olduğu gibi uluslararası kontrol kuruluşları tarafından gıdalarda listeria türlerinin aranmasına yönelik yöntemler arasında başta kullanılan besiyerleri olmak üzere çeşitli uygulama farklılıkları bulunmaktadır.

2.1.3 *Listeria monocytogenes* kaynakları:

Geçtiğimiz on yıl içinde *Listeria monocytogenes* önemli gıda kaynaklı patojenler içerisinde yer almıştır. *Listeria monocytogenes*'in patojenlik mekanizması ve enfeksiyon dozunun bilinmemesi listeriosis'e önem verilmesini gerektirmektedir. Minimum enfektif doz; çevresel koşullara, bakteri zincirinin gücüne, türüne, tüketilen gıda miktarına ve gıdada bulunan mikroorganizma konsantrasyonuna göre değişmektedir (Rocourt 1996).

Listeria monocytogenes doğada çok yaygın olarak bulunmaktadır. Çürüyen sebzeler, toprak, su, lağım, silaj, hayvan yemi, taze dondurulmuş kanatlı etleri, taze ve işlenmiş et ürünleri, çiğ süt, yumuşak peynirler, mezbaha atıkları gibi örneklerde *Listeria*'ya rastlanabilir (Akçelik 2000). Gıda kaynaklarına baktığımızda et ve et ürünleri, tavuk etleri, sebzeler, süt ürünleri, balık ürünlerinde de bulunduğunu görmekteyiz.

L. monocytogenes en az 42 çeşit memeli ve 22 çeşit kuşdan izole edilmiştir. Listeriosis evcil ve vahşi olmak üzere bir çok hayvan çeşidinde oluşabilmektedir. Domuzlar, kümes hayvanları, tavşanlar, tilkiler dahil olmak üzere bir çok hayvanda tespit edilmiştir. Ancak en yaygın bulunduğu hayvanlar sığırlar ve koyunlardır. Birçok hayvan *L. monocytogenes*'in sağlıklı taşıyıcılarıdır. Ayrıca *L. monocytogenes* farklı nedenlerle ölen bir çok hayvanın karaciğer ve dalağında izole edilmiştir (Anonim 1991).

Sağlıklı olan ve tüketim amacı ile kesilen tavuklarda, benzer şekilde ineklerde ve kuzularda da bu mikroorganizmaya rastlanmıştır. *Listeria monocytogenes* sadece hayvansal kaynaklı bir patojen değildir. Aynı zamanda toprakta, bitkilerde ve su kaynaklarında da yüksek oranlarda bulunabilmektedir. Yıllarca ekilmemiş tarla topraklarında dahi yüksek sayılarda *L. monocytogenes* izole edilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda üç önemli yargıya varılmıştır. Bunlar; *Listeria monocytogenes* ve diğer listeria türleri toprakta ve bitkilerde bulunan saprofit organizmalardır. *L. monocytogenes* aynı zamanda hayvan bağırsaklarının doğal florasında da bulunmakta ve çevreye yayılmaktadır (Anonim 1991).

2.1.4 *L. monocytogenes*'in hastalık karakteristikleri:

Listeriosis sağlıklı insanlarda da görülebilmekle beraber en etkili olduğu grup; hamileler, yaşlılar, immün sistemi zayıflatan hastalıklara sahip kişilerdir. Hamile kadınlarda grip benzeri belirtilerle kendini gösteren hastalık düşüklere, bebek ölümlerine, sepsis ya da menenjitte sebep olabilmektedir. Listeriosis antimikrobiyel ilaçlarla tedavi edilebilmesine rağmen halen ölüm tehlikesi taşımaktadır. Belirlenen enfeksiyonlarda % 25'in üzerinde ölüm oranı tespit edilmiştir (Anonim 1991).

Listeriosis vakalarında insanlarda görülen başlıca hastalık tipleri; Meningoensefalit (beyin zarı iltihabı), abortus, enfeksiyöz mononükleosisdir. İnsanlarda listeria vakalarının % 33'ünün menenjit ya da ensefalit, % 29'unun granülomatozis, % 21'inin septisemi, % 8'inin mononükleoz, % 6'sının konjunktivit şeklinde ortaya çıktığı bildirilmektedir. Tedavide ampisilin, penisilin ve tetracylin grubuna giren antibiyotikler kullanılmaktadır. Optimum tedavi süresi bilinmemektedir. Hastaya ve enfeksiyonun tipine göre değişkendir. Hastalığın tipine göre 3-6 hafta ile 6-8 hafta tedavi süresi uygulanabilir (Yücel ve Bayizit 1999, Evirgen 2005).

Kunduhoğlu ve Kıvanç'ın (1993) bildirdiğine göre; 1986 yılında Cengiz ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; düşük, ölü doğum, erken doğum prematüre sorunu bulunan 360 kadın incelemeye alınmıştır. Bu vakaların 205'inde *Listeria monocytogenes* aglutininleri bulunamamış diğer 155 vakada değişik aglutinin titreleri elde edilmiştir.

Bir diğer araştırmada; erken doğum tehdidi olan hamileler ve sağlıklı hamileler olmak üzere 117 kişide % 2.5 oranında *Listeria monocytogenes* saptanmıştır. Listeriyozisin hamilelerde sık görülmemekle beraber olası bebek kayıplarında etken olduğu tedaviye erken başlamanın önemli olduğunu vurgulanmıştır (Alptekin 2002).

Çolak (1990), Edirne ve çevresinde *L. monocytogenes* enfeksiyon oranının belirlenmesi amacı ile yaptığı çalışmada; çocuklar, hamileler, çiftçilikle uğraşanlar ve tüberküloz ve malign hastalar olmak üzere 4 grupta incelemeler yapmıştır. Çocuk

grubunda farklı suşlarda toplam 21 kişide pozitiflik saptamıştır. Çiftçilik ve hayvancılıkla uğraşan 50 kişilik grupta 11 kişide farklı suşlarda pozitiflik belirlemiştir. Hamile grubunda ise 28 kişide antikor bulunmuştur. Tüberküloz ve malign hastalar grubunda; iki kişide antikor belirlenememiş, toplam 48 kişide farklı sulandırımelerde antikor belirlenmiştir. Çolak yurdumuzda yineleyen düşük, erken ve ölü doğum olgularında listeriosis'in yeri konusunda yapılan çalışmaların sınırlı ve yetersiz olduğunu bildirmiştir.

2.2 Mikrodalga enerjisi

Elektromanyetik yayılma spektrumu; radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür ışık, mor ötesi ışınlar, x ışınları ve gamma ışınlarından oluşur. Mikrodalgalar elektromanyetik spektrumunda radyo dalgaları ile görünür ışık arasında kalan bölgede yer almaktadır. Frekansları 300 ile 300.000 MHz arasında olan elektromanyetik dalgalardır. Mikrodalga yayılmada ışıkta olduğu gibi yansıma, kırılma ve polarizasyon gözlemlenebilir. Maddenin dielektrik özelliklerine bağlı olarak madde tarafından yansıtılabilir ya da soğurulabilirler. Örneğin metal bir yüzey mikrodalgaların yansımaya yol açar iken cam seramik ve çoğu termoplastik malzeme mikrodalgayı çok az soğurur ya da hiç soğurmadan geçirirler (Curnette 1980, Decareu 1986, Anonim 1989, Türkuçar ve Velioğlu 1989, Aksan ve Erginkaya 2002).

Mikrodalga ile sıcaklık oluşumu elektromanyetik alanda iyonların hareket etmesi ve buna bağlı olarak oluşan sürtünme sonucu gerçekleşmektedir (Bögl 1987, Giese 1992, Bengtsson 2001). Enerjinin absorpsiyon hızı çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler; frekans, sıcaklık, elektriksel alanın büyüklüğü, yoğunluk, dokuların ve boşluklu yapının dielektrik sabitidir (Bögl 1987, Bengtsson 2001).

Mikrodalganın materyal ile teması sonucu değişik etkileşimler oluşmaktadır. Metaller dalgayı yansıtırken, su ve gıda maddeleri tarafından absorbe edilmekte, cam, kağıt, plastik ve tahtadan hiçbir değişikliğe uğramadan geçebilmektedir (Türkuçar ve Velioğlu 1989, Aksan ve Erginkaya 2002). Mikrodalga ile ısıtmada cisimlerin yalıtkanlık özelliklerinden faydalanılmaktadır. Bu işlemde elektromanyetik dalga

enerjisi girdiği madde içerisindeki dielektrik kayıplar sonucu ısı enerjisine dönüşmektedir (Özkorkmaz 1991, Bengtsson 2001).

Mikrodalga frekansları, radyo dalgalarına yakın olması ve radar dalgaları ile çakışma olasılığı nedeni ile ayarlanmıştır (Giese 1992, Acar ve Ercan 1989). Bu nedenle Amerika Birleşik Devletleri Federal Haberleşme Komisyonu (FCC) tarafından endüstriyel bilimsel ve tıbbi kullanımlar için uygun görülen frekans ve dalga boyları belirlenmiştir (Çizelge 2.2.1) (Ünüsan 1994, Aksan ve Erginkaya 2002).

Çizelge 2.2.1 Endüstriyel Bilimsel ve Tıbbi Kullanımlarda Uygun Görülen Mikrodalga Frekansları ve Dalga Boyları

Frekans bandı	Merkez dalga boyu(cm)
915+/-25	32.8
2450 +/- 60	12.2
5800 +/-75	5.2
22125 +/- 125	1.4

Ev tipi mikrodalga fırınlarda; ISM (Industrial and Scientific Medical) tarafından 2450 ± 50 MHz kullanıma uygun görülmüştür. 915 MHz ise sanayiide mikrodalga fırınlarda kullanılması kabul edilmiştir (Harrison 1980, Mudgett 1989, Giese 1992).

Mikrodalga enerjisi gıda endüstrisinde; pişirme, vakum kurutma, baking, dondurulmuş ürünlerin çözündürülmesinde, kavurma, pastörizasyon ve sterilizasyon işlemlerinde, kek ve reçellerin içerdiği küf mantarlarının azaltılmasında ve endüstriyel haşlama amacıyla kullanılmaktadır (Decareu 1986, Anonim 1989, Uysal ve Karagözlü 1996).

Günlük yaşamda ise gıda maddelerinin ısıtılması veya pişirilmesi amacı ile mikrodalga fırınların kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

2.2.1 Mikrodalga Fırın:

Mikrodalga enerji II. Dünya Savaşından sonra radar konusunda yapılan araştırmalarda fark edilmiş, 1950'li yıllarda gıda sanayinde patates cipsi üretiminde kullanılmıştır. İlk ev tipi mikrodalga fırın Roythean lisansı ile 1955'de 1500-2500 USD arasında satılırken, 1968'de Japonlar magnetron adı verilen elektronik cihazları üreterek fiyatların düşmesini sağlamıştır. 70'li yıllarda fırınların sağlıklı ve güvenli kullanılabilmesi ve ayarlanabilir güç kontrolü üzerine çalışmalar yapılmıştır. 1984 yılında toplam 9.1 milyon mikrodalga fırın üretilmiştir (Uysal ve Karagözlü 1996).

Mikrodalga fırınlarda; magnetron elektromanyetik alanda elektrik enerjisini düşük frekanslı dalgalara dönüştürür (Mudgett 1989). Magnetron saniyede milyonlarca kez negatif ve pozitif yüklü yüksek frekanslı radiant enerjiyi yayar bu dalgaları yansıtacak bir cihazda bulunmaktadır (Giese 1992).

Mikrodalga fırın; magnetron tüpü, dalga yayıcı, döner tabla, güç kaynağı ve fırın boşluğundan oluşur.

2.2.2 Mikrodalga pişirme prensibi:

Mikrodalga fırının ana parçalarından biri olan magnetron tarafından 60 Hz'lik elektrik enerjisi mikrodalgaya dönüştürülür. Üretilen mikrodalgalar foton olarak adlandırılan ışın tanecikleri halinde yayılır. Mikrodalga fotonları düşük düzeyde enerjiye sahiptir. Su gibi artı yüklü ve eksi yüklü uçları olan moleküller polar moleküller olarak adlandırılır. Üretilen mikrodalgalar besinlere ulaştığında besinde bulunan su molekülleri mikrodalga fotonlarının enerjisini soğurarak artı ve eksi uçları titreşmeye başlar. Mikrodalga alanı suyun polaritesini saniyede milyonlarca defa çevirdiğı için su molekülü bir yöne doğru harekete geçer ve her polarite çevrilmesinde yönleri değışir. Bu sırada büyük miktarda kinetik enerji sürtünmeden dolayı ısı enerjisine dönüşür; açığa çıkan ısı besinlerin pişmesini sağlar (Bengtsson 2001, Işın 2002).

Mikrodalga fırında gıdaların pişirilmesi geleneksel yöntemle pişirmeden oldukça farklıdır. Aradaki en önemli fark geleneksel yöntemle pişirmede farklı kaynaklar tarafından yayılan ısı konveksiyon yolu ile gıdanın içine iletilir, gıdanın içine ısı iletimi düşük olduğundan ısınma oldukça zaman alır (Türkuçar ve Velioğlu 1989, Soyer ve Kolsarıcı 1993, Ünüsan 1994).

Geleneksel yöntemlerle pişirmede en yüksek ısı gıdanın dış yüzeyindedir. Mikrodalga fırında pişirilen gıdalarda ise en yüksek ısı gıdanın merkezinde ölçümlenir. Mikrodalga fırında pişirilen gıdalarda olabilecek en önemli faktör ise sıcak ve soğuk noktalara rastlanabilmesidir. Yetersiz pişirilen gıdalar ise bakteri faaliyeti nedeni ile insan sağlığına olumsuz etki edebilir (Ünüsan 1994).

2.3 Mikrodalga fırında gıdaların pişirilmesine etki eden faktörler

Gıda maddelerinin ısıtılmasında ve/veya pişirilmesinde mikrodalga enerjiden faydalanılırken mikrodalga fırının ve ısıtma işlemi göreceği gıdanın bazı özellikleri etkili olmaktadır. Bu özellikler her bir gıda ve ısıtma uygulaması için önemli bir faktör oluşturmaktadır.

Mikrodalga fırında gıdaların pişirilmesine etki eden faktörler; mikrodalga ekipmanına bağlı olan faktörler ve gıda materyaline bağlı olan faktörler olarak sınıflandırılabilir.

2.3.1 Mikrodalga ekipmanına bağlı olan faktörler:

Gıdaların mikrodalga fırında pişirilmesini etkileyen mikrodalga fırına bağlı olan faktörler; frekans, mikrodalga gücü ve ısıtma hızıdır. Mikrodalga enerjinin frekansı ve buna bağlı olarak değişen dalga boyu ısıtılacak materyali ve işleme derinliğini direkt olarak etkilemektedir. Mikrodalga fırınlarda 2450 ± 50 MHz ve 915 ± 15 MHz frekansı ve buna karşılık gelen dalga boyları sırası ile 33 ve 12.2 cm'dir (Uysal ve Karagaözlü 1996). Endüstriyel boyutta kullanılan mikrodalga sistemlerinin gücü 5 ile 10 KW arasındadır. Mikrodalga gücünün yüksek olması beraberinde ısıtmanın hızlı olmasını

getirir. Bu da gıdalarda ısıtma pişirme ve fırınlama gibi işlemlerde sorunlar yaratmaktadır. Bir gıdanın pişirilmesi sırasında çeşitli fizikokimyasal olaylar meydana gelmektedir. Isıtmanın hızlı olması bu reaksiyonların oluşması için yeterli süre sağlamayabilir (Anonim 1989, Uysal ve Karagözlü 1996).

2.3.2 Gıdaların içerik ve özelliklerine bağlı olan faktörler:

Gıdaların mikrodalga fırında ısıtılmasını etkileyen temel faktörler; gıdaların ilk sıcaklığı, gıdaların dielektrik özellikleri, nem içeriği, yoğunluk ve homojenliği, şekli, miktarı olarak sıralanabilir. Gıdanın ilk sıcaklığı ne kadar yüksek olursa mikrodalga fırında ısıtma işlemi de o ölçüde çabuk gerçekleşir. Dondurulmuş ya da oda sıcaklığının altında tutulmuş gıdalar daha geç ısınırlar (Harrison 1980).

Mikrodalganın gıdayı pişirme yeteneği gıdanın özellikleri ile değişir. Her gıdanın elektrik enerjisini depolama kapasitesi farklıdır. Bu özelliğe gıdanın dielektrik sabiti denir. Dielektrik sabiti ve dielektrik kaybı materyal tarafından absorbe edilen yansıtılan ve geçirilen enerjiyi gösterir. Gıdaların dielektrik özellikleri, kurumadde ve tuz miktarına bağlı olarak değişir. Kurumadde ve tuz miktarının artması mikrodalgaların gıda maddesine girme derinliğini azaltır (Giese 1992, Doores ve Heddleson 1994, Bengtsson 2001, Uylaşer ve ark 2005).

Nem içeriği mikrodalga fırında gıdanın ısınma şeklini belirler. Yüksek su içeriği genellikle mikrodalgaların absorpsiyonunu artırır. Genellikle nem içeriği yüksek ise büyük dielektrik kayıp faktörüne bağlı olarak ürün daha etkili şekilde ısıtılır. Bununla beraber düşük nem içerikli ürünlerde de düşük ısınma ısısı kapasitesi nedeni ile ısınma sağlanır. Ayrıca nem içeriğinin az olması mikrodalgaların etki ettiği kalınlığı artırır (Doores ve Heddleson 1994).

Genellikle gıdanın yoğunluğunun artması mikrodalga ile pişirme süresini uzatır. Gıdanın yapısının homojen olması ise; mikrodalgaların absorpsiyonunu artırır ve pişirme süresini kısaltır (Harrison 1980).

Mikrodalga fırında gıdaların pişirilmesini etkileyen önemli faktörlerden biri de şekildir. Mikrodalgalar gıdanın bütün yüzeyine etki ettiği için gıdanın şekli önemlidir. Düzgün şekli olan gıdaların ısıtılması ve /veya pişirilmesi düzgün şekli olmayan gıdalara oranla daha homojen şekilde gerçekleşir. Mikrodalga fırında pişirilecek etlerin kalınlığı 10.1 cm'yi geçmemelidir. Kalınlığın artması etin iç yüzeyi pişene kadar gıdanın dış yüzeyinde aşırı pişmeye neden olmaktadır. Mikrodalga fırında pişirilecek materyalin en uygun şekli küre olmalıdır (Giese 1992, Seyhun 2002).

Mikrodalga fırında pişirme işlemini etkileyen bir diğer faktör gıdanın miktarıdır. Pişirilecek gıdanın ağırlığı arttıkça pişme süresi de artar. Genellikle gıdanın miktarı ile pişme süresi arasında doğrusal bir ilişki vardır. Bir araştırmaya göre ; 115 gr hamurger köftesi için 2 dk pişirme süresi yeterli iken 5 köfte için bu süre 5 dakika olarak önerilmiştir (Harrison 1980). Ancak her üretici kendi ürününü pişirme süresini katologlarda belirtmektedir. Bu süre kendi aralarında farklılık göstermektedir.

Mikrodalga fırınlarda ısıya dayanıklı cam ve seramik kaplar kullanıma çok uygundur. Bu kaplar mikrodalga enerjisinin % 95'in den fazlasını geçirirler. Kağıt ve bazı plastik kaplar da mikrodalga enerjisini gıdaya geçirirler. Metal kaplar ya da metal süsü bulunan kaplar mikrodalgayı yansıtmaları nedeni ile mikrodalga fırınlarda kullanım için uygun değildir (Harrison 1980).

2.4 Mikrodalga fırınların olumlu ve olumsuz yönleri:

Mikrodalga ısıtmanın en önemli avantajı, ısı oluşumunun moleküler düzeyde maddenin içinde gerçekleşmesi ve maddenin anında ısınmaya başlamasıdır. Böylece hem zamandan hem de enerjiden büyük oranda tasarruf sağlanmış olur. Mikrodalga ile ısıtmada verim yüksektir. Kurutma ve pişirme işlemlerinde enerjinin büyük bir kısmı malzeme içindeki su moleküllerine harcanır. Malzemenin içinde bulunduğu fırın gövdesi ve dış ortam ısınmaz. Mikrodalga ekipmanları geleneksel ısıtma sistemlerine göre daha az yer kaplar, kullanım ve bakımı da daha kolaydır.

Isınma çok hızlı gerçekleştiği için pişirme süresi klasik fırınlara göre çok daha kısa ve homojendir. Maliyeti klasik fırınlara göre daha azdır. Klasik fırınlarda olduğu gibi pişirmede atık bulunmaz. Gıda sıcak yüzeyler ile temas etmediğinden gıdanın yanması veya ekipmanın kirlenmesi gibi problemler en aza inmiştir (Uysal ve Karagözlü 1996, Tıgılı 1999).

Ayrıca mikrodalga uygulamasında gıdaların ısıtılması yüzeyden içe değil, merkezden yüzeye doğru olduğu için işlem çok hızlı ve tek düzendir. Isıtma işleminin hızlı olması birim zamanda üretimi arttırdığı gibi, tat, yapı ve besin değeri açısından da yüksek kalitede ürün eldesine olanak vermektedir (Uylaşer ve ark. 2005).

Mikrodalga fırınların bu olumlu yönleri; pişirmeyi etkileyen bazı özellikler karşısında olumsuz etkiler yaratabilir. Gıda maddelerini oluşturan bileşenler farklı fiziksel ve dielektrik özelliklere sahip olduğundan homojen ve dengeli bir ısıtma güç olmaktadır. Ürün içerisinde sıcak ve soğuk noktalar kalmaktadır. Ürün içerisinde soğuk noktaların kalması mikrobiyolojik açıdan sakıncalar yaratabilir.

Mikrobiyolojik olarak hassas gıdaların ısıtılmasında işlem süresinin çok kısa olması yetersiz ve güvensiz mikrobiyal inaktivasyona yol açabilmektedir. Isıtmada kullanılan kapların ambalaj malzemelerinin mikrodalgaya ve ortama uygun nitelik ve şekilde olması gerekmektedir. İnsan sağlığı yönünden sistemde kesinlikle radyasyon sızıntıları bulunmamalıdır (Uysal ve Karagözlü 1996).

3 MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada U.Ü.Veteriner Fakültesi'nde uygulanan kasap köfte formülü kullanılmıştır. Kasap köftelik dana eti, yağ ve formülasyon doğrultusunda gerekli köftelik baharatlar sağlanmıştır. Denemeler sırasında Bursa ilinde ve Karacabey ilçesinde et satışı yapılan farklı market ve kasaplardan beş adet kıyma bir adet et örneği alınmıştır.

Kıyma örnekleri; gerekli baharat ilavesi yapıldıktan sonra steril eldiven ile yoğurulmuştur. Etilendioksit ile steril edilmiş poşetlere 250'şer gram konarak, derin dondurucuda gerekli çalışmalar yapılana kadar depolanmıştır. Yoğurma işleminden sonra köfte hamurunda *Listeria monocytogenes*, varlığı için ön zenginleştirme ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı yapılmıştır. Ayrıca köfte hamurunun nem ve serbest yağ içeriği de örneğin alındığı gün tespit edilmiştir.

Kasap köfte reçetesi :

1.5 kg et

300g yağ

15 g kimyon

8 g karabiber

100 g galeta unu

7 g kırmızıbiber

32 g tuz

70 g soğan

Bu çalışmada pişirme işlemi için, Ciatronic MW 721, 2450 MHz ev tipi mikrodalga fırın kullanılmıştır. Fırın 17 litre iç hacimli, döner tablalı, zaman ayarlı, pişirme kademe göstergelidir. Et örneğini laboratuvar koşullarında kıyma haline getirmek için çift bıçaklı Moluniex kıyma makinası kullanılmıştır. Örneklerin homojenizasyonu cam hazneli çelik bıçaklı Tefal rondo seti ile yapılmıştır.

3.2 Metot

Ön denemeler sırasında alınan kıyma örneklerinde, öncelikle *L.monocytogenes* varlığı araştırılmıştır. Bu amaçla, ISO (International Standart Organization)'nun ve Türk Standartları Enstitüsü Gıda ve Yem Maddelerinin Mikrobiyolojisi *Listeria monocytogenes*'in aranması ve Sayımı Metodu Bölüm 1:Arama Metodunun içerdiği analizler uygulanmıştır (Anonim 1997).

İzole edilen bakteriler, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Bakterioloji Laboratuvarı'nda bulunan bakteri tanımlama sistemi Phoenix^{TM100} (Becton Dickinson USA) ile *Listeria monocytogenes* olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle bu kıyma örnekleri çalışmada kullanılmamıştır.

Kıyma örneklerinde *Listeria monocytogenes* tespit edilmesi nedeni ile et örneğinin laboratuvarında kıyma haline getirilmesine karar verilmiştir. Böylece kıyma makinası ve kasaptan kaynaklanan kontaminasyon önlenmiştir. Et örneği dana kesildikten hemen sonra steril koşullarda ve büyük boy otoklavlanabilen steril poşetlerin içerisine alınmıştır. Buz aküleri ile soğuk zincir altında laboratuvara getirilmiştir. Et örneğinin yüzeyi steril bıçak ile yaklaşık 1-2 cm lik derinlikte kesilerek atılmıştır. Bu işlem sırasında bıçak alkol ile her bir kullanımdan sonra steril edilmiştir. Alınan et ve yağ molunex marka kıyma makinesinden çift çekilerek kıyma elde edilmiştir. Bu kıyma örneğinde yapılan incelemede *Listeria monocytogenes* varlığı tespit edilememiştir. Çalışmaya bu kıyma örneği ile devam edilmiştir.

3.2.1 *Listeria monocytogenes*'in üretilmesi:

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Bakterioloji Laboratuvarı'ndan sağlanan *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) suşu denemelerde kullanılmıştır. Boncuk ile -18 °C de depolanmış bulunan bakteri Columbia blood agar ve sıvı besiyeri olarak da tioglikolatta canlandırılmıştır. Columbia blood agarda 37 °C de 24 saat sonra zayıf, 48 saat sonra güçlü koloni oluşumu gözlenmiştir. Gelişen karakteristik kolonilerden alınan bakteriler Phoenix^{TM100} bakteri tanımlama sisteminde değerlendirmeye alınarak tür tanısı kontrol edilmiştir. Elde edilen bakterilerin Macfarland 1 (3×10^8 kob/g) düzeyinde konsantrasyonu hazırlanmıştır. Bu

konsantrasyon kullanılarak, birinci denemede bir gram çiğ kıymada 10^1 kob/g mikroorganizma olacak şekilde dilüsyon yapılmıştır. Diğer denemeler için yukarıdaki işlemler tekrar edilmiştir ve sırası ile 10^2 , 10^3 lük mikroorganizma yükleri elde edilmiştir.

3.2.2 *Listeria monocytogenes*'in inokulasyonu ve pişirme işlemi:

Köfte hamuru steril koşullar altında sırası ile 10^1 , 10^2 , 10^3 düzeyinde inokulasyon yapılarak yoğurulmuştur. Köfte hamurundan 50 şer gramlık köfteler elde edilerek, paslanmaz çelik 7 cm çapında 1.5 cm kalınlığında steril kalıpla şekillendirilmiştir. Üç farklı pişirme düzeyinde 2 dakika süre ile 1'er dakikalık periyotlarda steril pens yardımı ile çevrilerek steril petri kabının içerisinde pişirilmiştir.

Ayrıca her bir deneme için *Listeria monocytogenes* inokule edilmemiş örnekler *Listeria monocytogenes* inokule edildikten sonra pişirilmemiş örnekler de *Listeria monocytogenes* tanısı için kullanılmıştır. Böylece analizlerin daha objektif olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Pişirilen köfte örneklerinde *L. monocytogenes* varlığı araştırılmıştır. Örneklerde *L. monocytogenes* varlığı belirlenirken ISO (International Standart Organization)'nun ve Türk Standartları Enstitüsü Gıda ve Yem Maddelerinin Mikrobiyolojisi *Listeria monocytogenes*'in Aranması ve Sayımı Metodu Bölüm 1:Arama Metodunun içerdiği analizler uygulanmıştır. Ayrıca, U.Ü. Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Bakteriyoloji Laboratuvarı'nda bulunan bakteri tanımlama sistemi Phoenix^{TM100} (Becton Dickinson USA) sistemi de *L. monocytogenes* identifikasyonunda kullanılmıştır.

3.2.3 Kullanılan besiyerleri

Difco Fraser Listeria Selective Enrichment Broth Base (Ref: 211767)**Bileşimi:**

Pancreatic digest of casein.....	5 g
Proteose peptone no:3	5 g
Beef extract.....	5 g
Yeast extract.....	5 g
Sodium chloride.....	20 g
Disodium phosphate.....	1.35 g
Monosodium phosphate.....	1. g
Esculin.....	0.02 g
Acriflavine HCl.....	0.024 g
Lithum chloride.....	3.0 g

Difco Fraser Listeria yardımcı maddesi (Ref: 211742)**Bileşimi:**

Ferric Ammonium Citrate	0.5 g
-------------------------	-------

Columbia blood agar (%5) (254005 Becton Dickinson)**Bileşimi:**

1litre saf su için

Pankreatic digest of casein.....	12.0g
Peptic digest of animal tissue.....	5.0g
Maya ekstraktı.....	3.0g
Et ekstraktı.....	3.0g
Mısır nişastası.....	1.0g
Sodyum klorür(NaCl).....	5.0g
Agar.....	13.5g
Defibrine koyun kanı.....	5%

pH 7.3 ± 0.2

Palcam listeria agar (Ref: 254539)**Bileşimi :**

1 litre saf su için

Bacto™ Columbia blood agar base.....	39 g
Mannitol.....	10.0 g
Glucose.....	0.5 g
Esculin.....	1.0 g
Demir amonyum sitrat.....	0.5 g
Lityum klorid.....	15.0 g
Fenol red.....	0.08 g
Akriflavine HCl.....	0.005 g
Polymxin B sülfat.....	0.01 g
Seftazidim.....	0.08 g
Bacto agar.....	2 g
pH	7.2 ± 0.2

SIM: Semi solid indol motility medium (Ref: 221010)

Bileşimi (1litre destile su)

Pancreatic digest of casein:.....	20 g
Ferrous ammonium sulfate:	0.2 g
Sodyum thiosulfate:	0.2 g
Agar:	3.5 g

Plate count agar (1.05463.0500)

Bileşimi(g/litre)

Pepton from casein:	5 g
Yeast extract:	2.5 g
D(+)-Glikoz:.....	1.0 g
Agar-agar:	14 g

Microbiologie Bactident oxidase test kağıdı (Merck 1.13300):

20 strip içeren paket halinde

Bileşimi:

N,N – dimethyl -1,4 – phenylene diammonium dichloride 1-naphthol

Phoenix^{TM100} (Becton and Dickinson USA) bakteri tanımlama sistemi besiyerleri:**ID Broth (Ref 246001 4.5 ml)****Bileşimi** (1 litre destile su):

Potasyum klorür	7,5 g
Kalsiyum klorür	0.5 g
Tricine glycine	0.895 g
Polisorbat 80	0.025%

AST Broth (246003 8 ml)**Bileşimi** (1 litre destile su):

Mueller Hinton Broth	22 g
Polisorbat 80	%0.01

AST Broth İndikatörü (246004 6 ml)**Bileşimi** (1 litre destile su):

Redox indikatör	3 g'dan az
Redox stabilizatör	20 g'dan az
Difco Listeria Antiserum Poly Serotypes (1,4) (223021)	

3.3 Köfte hamurunda yapılan mikrobiyolojik analizler:

3.3.1 *Listeria monocytogenes* aranması

L. monocytogenes'in köfte örneklerinde tespit edilmesi için aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

3.3.2 Ön zenginleştirme işlemi

55 g Fraser Listeria Selective Enrichment Broth Base (Difco Ref: 211767) toz besiyeri destile su içinde çözülmüş ve 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Kullanmadan önce ön zenginleştirme işlemi için litreye bir tüp (10 ml) Fraser Listeria Supplement katkı besiyerine aseptik koşullar altında ilave edilmiştir. Böylece yarım kuvvette inhibitör ilave edilmiş besiyeri hazırlanmıştır. Bu besiyeri ön zenginleştirme işleminde kullanılmak üzere 225 ml'lik erlenlere aseptik koşullar altında dağıtılmıştır. 25 g pişmiş köfte örneği 10 - 15 ml yarım kuvvette hazırlanmış Fraser broth ile cam haznesi ve bıçağı steril edilmiş blenderda homojen olacak şekilde karıştırılmış ve erlene aseptik koşullarda ilave edilmiştir. Bu işlem her bir pişirme aşamasında pişirilen üçer paralel köfte örneği için tekrar edilmiştir. Böylece ön zenginleştirme aşamasına alınan köfte örnekleri 30 °C'de 24 saat inkube edilmiştir (Dever ve ark. 1993, Akçelik 2000, Anonim 2005).

3.3.3 Tam zenginleştirme işlemi:

Ön zenginleştirme işleminde olduğu gibi hazırlanan besiyerine kullanmadan önce litreye 2 tüp selektif katkı ilave edilmiştir. Böylece tam kuvvette Fraser Broth elde edilmiştir. Bu besiyerinden steril deney tüplerine 10 ar ml aseptik koşullar altında aktarılmıştır. Ön zenginleştirme işlemine alınan erlenlerin her birinden üçer deney tüpüne 0.1 ml transfer yapılmıştır. Deney tüpleri 37 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda renk değişikliği görülen tüpler listeria pozitif olarak değerlendirilmiştir.

3.3.4 Ön doğrulama işlemi:

Ön zenginleştirme işleminde pozitif sonuç veren deney tüplerinden Palcam listeria agara öze ile ekim yapılmıştır. Palcam listeria agar 37 °C'de 48 saat inkube edilmiştir. Palcam listeria agarda pozitif örnekler siyah zonlu yeşil renkte düzgün koloniler şeklinde gözlenmiştir. 24 saat sonunda düzgün kenarlı, 48 saat sonunda ortası hafif çökük koloniler palcam listeria agarda izlenmiştir. Palcam listeria agardan alınan karakteristik listeria kolonileri Columbia blood agara ve yeniden palcam listeria agara sürülerek ön doğrulama işlemi tamamlanmıştır.

3.3.5 Phoneix^{TM100} (Becton and Dickinson USA) bakteri tanımlama sistemi:

Palcam listeria agarda pozitif sonuç veren karakteristik koloniler Phoneix^{TM100} bakteri tanımlama sisteminde değerlendirmeye alınmıştır. Bu petrilere alınan karakteristik koloniler ID broth'a 0.4-0.5 Mcfarland konsantrasyonunda aktarılmıştır.

Bu besiyerinden alınan 25 mikrolitre AST brotha aktarılmıştır. AST brotha ayrıca 1 damla indikatör ilave edilmiştir. Gram pozitif panel alınarak panelin üzerinde bulunan birinci girişten ID broth ikinci girişten AST broth dökülerek kapakları kapatılmış ve otomatik bakteri tanıma sisteminde değerlendirmeye alınmıştır. 24 saat sonra tür bazında sonuçlar sistemin bağlı olduğu bilgisayarda değerlendirmeye alınarak yazıcıdan rapor olarak elde edilmiştir.

Aldığımız tür değerlendirmelerinde otomatik mikroorganizma tanıma sistemi listeria türlerini ikiye indirgemştir. Sonuç raporlarında *Listeria monocytogenes* tanısı ya da *L. monocytogenes* ile beraber *L. innocua* tanısı yer almıştır. Tür bazındaki sonuçları kesinleştirmek amacı ile listeria türlerinin klasik tanımlama testleri yapılmıştır.

UYGULANAN İŞLEMLER:

Örnek(25g)



Ön zenginleştirme besiyeri (1/2 kuvvette Fraser Broth)
(30 °C'de 24 saat inkübasyon)



Tam zenginleştirme besiyeri (Tam kuvvette Fraser Broth)
(35-37 °C'de 48 saat inkübasyon)



Selektif besiyeri (Palcam listeria
agar) (37 °C'de 48 saat inkübasyon)
Phoenix^{TM100} (Becton Dickinson
USA) bakteri tanımlama sistemi
ID broth-AST broth- AST broth
indikatörü (24 saat inkübasyon tür
bazında sonuç raporu)

İlk doğrulama testi (Columbia blood
agar ve Palcam listeria agar)
(35-37 °C'de 24 saat inkübasyon)

Mikroskobik ve biyokimyasal testler

Gram boyama
Mikroskobik hareket
Beta Hemolitik aktivite
SIM medium
Katalaz
Oksidaz
CAMP deneyi
Aglütinasyon

Sonucun doğrulanması:

Klasik yöntem ile bakteri tanımlama sistemi Phoenix^{TM100} (Becton Dickinson USA) sisteminin sonuçlarının karşılaştırılarak tür tanısının kesinleştirilmesi.

3.4 Listeria türlerinin identifikasyonunda yapılan testler:

3.4.1 Gram boyama:

Örnekler gram boyama yöntemi ile boyanmıştır (Akçelik 2000, Pichhardt 2004).

3.4.2 Mikroskopik hareket:

Besiyerinden alınan kolonilerde mikroskopik hareket incelenmiştir. Kum tanecikleri şeklinde ancak hareketli kendi etrafında dönen takla atar gibi görünen çubuklar pozitif olarak değerlendirilmiştir (Akçelik 2000).

3.4.3 Katalaz:

Şüpheli kolonilerden öze ile örnek alınmıştır. Lam üzerine damlatılmış olan %3 lük hidrojen peroksit çözeltisi içinde dağıtılmıştır. Gaz kabarcıklarının oluşması pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Anonim 1998).

3.4.4 Oksidaz:

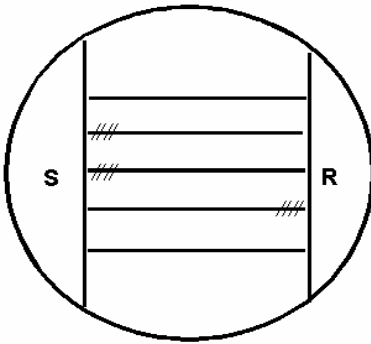
Listeria olduğu düşünülen kolonilerden alınan örnek Bactident oksidaz test kağıdına sürülmüştür. Renk değişikliği olmaması negatif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Akçelik 2000).

3.4.5 Beta hemolitik aktivite:

Palcam listeria agardan alınan tek koloni öze ile kanlı agar besiyerine çizilerek ekilmiştir 37 °C'de 24 ± 2 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda *L. monocytogenes*'in oluşturduğu hemoliz koloninin besiyerinden kaldırılması ile daha iyi görülmüştür. Genelde belirsiz ve dar zon oluşumu gözlenmiştir (Akçelik 2000).

3.4.6 CAMP deneyi:

Otomatik mikroorganizma tanıma sisteminden sonuç olarak *Listeria monocytogenes* ve *Listeria innocua* olasılıkları elde edilmiştir. *Listeria monocytogenes*'i diğer türlerden ayıran en önemli testlerden olan CAMP deneyi yapılarak tür tanısı yapılmaya çalışılmıştır. Bu deney için *Staphylococcus aureus* (ATCC 27853) kullanılmıştır. Columbia blood agara *S. aureus* dik bir hat şeklinde çizilmiştir. İdentifikasyonu yapılacak örnekler bu hatta değmeyecek şekilde bu hatta dik olarak aşılacaktır. 35 °C'de 24 - 48 saat sonra petriyerler incelenmiştir. *S. aureus*'a doğru belirgin şekilde mantara benzeyen zon oluşturan örnekler *L. monocytogenes* olarak değerlendirilmiştir (Anonim 1998, Pichhardt 2004).



Dik çizgiler *S.aureus* ve *R.equi* inokulasyonunu, yatay çizgiler test edilen kültürleri gösteriyor. Columbia blood agarda 35 °C 24 - 48 saat sonunda *L. monocytogenes* *S.aureus*'a doğru hemoliz oluşturmaktadır (Anonim 2007).

Şekil 3.4.6.1

3.4.7 SIM testi:

Listeria olduğu tahmin edilen kolonilerden bir öze yardımı ile alınmıştır. SIM mediumun ortasına batırılıp çıkarılarak ekim yapılmıştır. 25 °C'de (oda sıcaklığında) 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürede besiyerinde görülen bulanıklık pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir.

3.4.8 Aglütinasyon testi:

Listeria monocytogenes olduğu tahmin edilen kolonilerden bir öze dolusu alınmıştır. Lamin üzerinde ezilmiştir. Lama *Listeria* Polyvalent Serotypes O Antiserum (223021) damlatılmıştır. 1-2 dakikalık süre sonucunda aglütinasyonun gözlenmesi halinde sonuç pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Yukarıda ifade edilen analizlerin sonuçları ile Phoneix^{TM100} tanıma sisteminin sonuçları karşılaştırılmıştır. Böylece *L. monocytogenes* tanısı kesinleştirilmiştir.

3.5 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı:

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı köfteler çiğ halde iken ve piştikten sonra yapılmıştır. Plate count agar (içeriği 4.2.3'de verilmiştir), seyreltme çözeltilisi olarak peptonlu su kullanılmıştır (Anonim 2005). Sonuçlar aşağıdaki formül doğrultusunda hesaplanmıştır.

$$N = C / [V(n_1 + 0.1 \times n_2) \times d]$$

N= Gıda örneğinin 1 g ya da 1 ml'sinde mikroorganizma sayısı

C= Sayımı yapılan tüm petri kutularındaki koloni sayısı toplamı

V= Sayımı yapılan petri kutularına aktarılan hacim (ml)

n₁=İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

n₂=İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

d= Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranıdır.

3.5.1 İstatistiksel analiz metodu

Toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde tesadüf parsellerinde 2 faktörlü deneme desenine göre varyans analizi uygulanmıştır. Ayrıca, pişirme kademeleri arasındaki farklılıklar ve köftelerin pişirme kademelerine göre değerlendirilmesi Duncan Multiple Range (Duncan'ın çok aralıklı testi) testine göre yapılmıştır (Turan 1995).

3.6. Köfte hamuruna uygulanan analizler

Gerekli malzemeler ilave edildikten sonra köfte hamuru haline getirilen deney materyalinin nem ve serbest yağ miktarı belirlenmiştir. Böylece mikrodalga fırında uygulanan ısı işlemleri etkileyen iki parametre ile ilgili değerlere ulaşılmıştır.

3.6.1 Nem tayini:

5-10 gram deney numunesi etanol ile iyice karıştırılarak ön kurutma yapılmış, deney numunesinin 3-4 katı kum ve cam baget bulunan kurutma kabı etüvde 30 dakika 103 ± 2 °C da kurutulmuştur. Ardından numune 103 ± 2 °C de sabit tartıma gelinceye kadar kurutularak örnekteki % nem oranı hesaplanmıştır. Nem oranının belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır (Anonim 1988, Başoğlu ve Uylaşer 2004).

Nem miktarı (%): $(m_1 - m_2) \times 100 / (m_1 - m_0)$

Formülde;

m_0 = kapsül, baget ve kumun ağırlığı, g

m_1 = numune ile birlikte kapsül, baget ve kumun kurutulmadan önceki ağırlığı, g

m_2 = numune ile birlikte kapsül, baget ve kumun kurutulduktan sonraki ağırlığı, g

3.6.2 Serbest yağ tayini:

Nem tayinindeki metotla kurutulan numunenin n- hegzan ile 5-6 saat ekstrakte edilmesi ve çözücü buharlaştırıldıktan sonra numunenin 103 ± 2 °C'ye ayarlı etüvde bir saat tutulmasından sonra serbest yağ miktarı aşağıdaki formülasyon doğrultusunda belirlenmiştir (Anonim 1988).

Serbest yağ miktar(%)= $(m_2 - m_1) \times 100 / m_0$

m_0 = kurutulmak için alınan deney numunesinin ağırlığı, g

m_1 = ekstraksiyon aleti balonunun ağırlığı, g

m_2 = kurutmadan sonra ekstraksiyon aleti balonu ve yağın ağırlığı,

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1 *Listeria monocytogenes* sonuçları:

Bu çalışmada; başlangıç yükü olarak 10^1 , 10^2 , 10^3 düzeyinde köfte hamuruna inokule edilen *L. monocytogenes* mikrodalga fırında pişirme aşamalarından sonra tespit edilememiştir. Çizelge 4.1.1’de bu sonuç gösterilmiştir. Pişirme aşamalarında belirlenen köfte merkez sıcaklıkları çizelge 4.1.2’de belirtildiği gibidir.

Çizelge 4.1.1 Mikrodalga fırında 10^1 , 10^2 , 10^3 düzeyinde inokule edilerek pişirilen köftelerde *L. monocytogenes* varlığı

İnokule edilen <i>L.monocytogenes</i> yükleri	300 W’lık pişirme işlemi sonunda <i>L.monocytogenes</i> varlığı	450 W’lık pişirme işlemi sonunda <i>L.monocytogenes</i> varlığı	600 W’lık pişirme işlemi sonunda <i>L.monocytogenes</i> varlığı	Pişirilmemiş şahit örneklerde <i>L.monocytogenes</i> varlığı
10^1	-	-	-	+
10^2	-	-	-	+
10^3	-	-	-	+

Çizelge 4.1.2 Pişirme aşamalarında belirlenen köfte merkez sıcaklıkları

Pişirme aşamaları	Köfte merkez sıcaklıkları (°C)								
	10^1			10^2			10^3		
	1.Örnek	2.Örnek	3.Örnek	1.Örnek	2.Örnek	3.Örnek	1.Örnek	2.Örnek	3.Örnek
300W	72	72	75	74	72	74	76	74	74
450W	91	90	92	90	92	90	90	90	91
600W	95	94	96	94	97	95	94	94	96

Bu sonucun alınmasında seçilen pişirme aşamalarında köftelerin ulaştığı sıcaklıklar en önemli etkidir. Erverdi (1990) yaptığı çalışmada; benzer sonuçlara ulaşmıştır. *Listeria moncytogenes* ile kontamine ettiği peynirin bir kısmı 24 saat buzdolabında bekleterek, bir kısmını buzdolabında bekletmeden mikrodalga fırında 15, 20 ve 30 sn süre ile pişirmiştir. 30 sn süre ile pişirilen peynir örneklerinde buzdolabında beklesin

veya beklemesinin bir üreme tespit edilmemiştir. 30 saniyelik ısıtma süresi sonunda elde edilen merkez sıcaklığı 82 °C'de olarak ölçülmüştür. Erverdi'nin de belirttiği üzere mikrodalga fırında mikroorganizmaların öldüğü kesindir. Ancak kesin bir sterilizasyondan bahsetmek mümkün değildir.

Çakıroğlu (2001); yaptığı çalışmada kıymayı 10^9 düzeyinde *Yersinia enterocolitica* ile inokule etmiş, 150W(35 °C), 400W(54 °C), 550W(67 °C), 700W(80 °C) ve 800W(97 °C)'de mikrodalga fırında pişirmiştir. 550 W, 700W ve 800W'de pişirilen kıyma örneklerinde *Yersinia enterocolitica* tespit edilmemiştir. Et ve et ürünlerinin pişirilmesi için önerilmeyen 150 W, 400 W'de birer örnekte üreme tespit edilmiştir. Çakıroğlu'nun yaptığı bu çalışmada *Yersinia enterocolitica* için elde edilen sonuçlar *L. monocytogenes* için bu araştırmada elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Et ürünleri için önerilen pişirme aşamalarında Çakıroğlu'da bakteri varlığı tespit edememiştir.

Tekirdağ köftesinin materyal olarak seçildiği bir diğer çalışmada *E. coli* O157 ile inokule edilen köfteler fırında, mikrodalga fırında ve ızgarada pişirilmiştir. Bu araştırma sonucunda mikrodalga fırında pişirilen örneklerin hiçbirinde *E. coli* O157'ye, rastlanmazken tamamında salmonella bulunmuştur. Mikrodalga enerjisi *E. coli*'yi inaktif etmek için yeterli olurken salmonella için yeterli olmamıştır (Yılmaz ve ark. 2005).

Fung ve Cunningham (1980) mikrodalga fırında mikroorganizmaların aynı ısıda 2 dakika sürede farklı tepkiler verdiklerini belirlemişlerdir. *E. coli*, *Micrococcus rhodochrous*, *P. vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella pullorum*, *S. typhimurium*, *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus* ve *S. faecalis*'i kullanmışlardır. *S. faecalis*'in diğer bütün türlere oranla daha dirençli olduğunu vurgulamışlar ancak bunun nedenini bakterinin herhangi bir özelliği ile açıklamamışlardır.

Spite (1984) çalışmasında; patojen olarak *Salmonella cubana*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*'i seçerek 10^5 ve 10^7 düzeyinde kullanmıştır. 3 dakikadan uzun pişirme sürelerinde *S. cubana* ve *S. aureus* ölürken, spor

üreten mikroorganizmalar *B. cereus*, *C. perfringens*'in 4 dakikalık pişirme süresinde canlı kaldıklarını bildirilmiştir.

Varabioof ve arkadaşları (1991) mikrodalga fırında pişirme ile geleneksel fırında pişirmeyi karşılaştırıldığı çalışmada; 500 gramlık kıyma örneklerini az (7 dak.), orta (9 dak.) ve iyi (11dak.) pişirerek 30 dakika alüminyum folyoda bekletmiştir. Az ve orta pişmiş kıyma örneklerinde *Listeria monocytogenes*'i tespit etmiştir. Ancak bu kıyma örneklerinin pişmemiş pembe kırmızı görünümde olduğu alüminyum folyoda bekledikten sonra piştiği ifade edilmiştir. Varabioff yaptığı çalışmada örnek miktarını 500 gram olarak tercih etmiştir. Mikrodalga fırında pişirilecek gıdanın miktarı mikrodalga enerjisinin etkinliği açısından oldukça önemlidir. Az ve orta pişirme sürelerinin yetersizliği gözlenebilmektedir. Pişmenin yeterli olduğu örnekte *Listeria monocytogenes* tespit edilmemiştir.

Farber (1998) tarafından 122 ızgaralık ve 119 fırınlık tavuk eti mikrodalga fırında pişirilmiştir. Pişirilen örneklerin 10 adetinde *L. monocytogenes* tespit edilmiştir. Bu örneklerin fırın üreticileri tarafından önerilen örnek ağırlığının oldukça üstünde olduğu bildirilmiştir. Fırın çıkışında tavuk parçalarında pişmemiş bölgeler gözlemlenmiştir. Ayrıca; tavuk parçalarının şekli nedeni ile ulaşılan sıcaklık derecelerinde uniform bir dağılım olmadığını vurgulamışlardır.

Heddleson ve arkadaşları (1996), 700W'lık mikrodalga enerjisinin beş farklı gıda kompozisyonunda (UHT süt, et brotu, puding, krem sos, sıvı yumurta) salmonella türleri, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Pişirme sıcaklığı salmonella türleri ve *Listeria monocytogenes* için 60 °C, *S. aureus* için 65 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. *Listeria monocytogenes*'in en hızlı yıkımı pudding ve et brotunda olmuştur. Kullanılan gıda örneklerinin yağ, nem, tuz, protein, kül miktarları araştırılmıştır. Sodyum içeriğinin gıda sıcaklığının tek düzeliği üzerinde önemli olduğu ifade edilmiştir.

Bu araştırmada; başlangıçta doğal olarak kontamine olduğu tespit edilen kıyma örnekleri ve belirlenen (10^1 , 10^2 , 10^3) *Listeria monocytogenes* yükleri ile laboratuvarında kontamine edilen kasap köfte mikrodalga fırında pişirilmiştir. Pişirme işlemlerinden

sonra örneklerde listeria varlığı tespit edilememiştir. Ancak yukarıdaki bazı çalışmalarda; *L. monocytogenes*'in yetersiz pişirilen kıyma, tavuk, et örneklerinden izole edildiği görülmektedir. Bu nedenle mikrodalga fırın kullanılırken pişirme süre ve sıcaklığı, pişirilen gıdanın ağırlığı, pişirme kademesi *L. monocytogenes*'in inaktif edilmesi için büyük önem taşımaktadır. Çünkü çiğ haldeki et ve et ürünlerine bakıldığında *L. monocytogenes*'in oldukça yüksek yüzdelerde tespit edildiği görülmektedir.

Denemelerin başlangıcında alınan beş kıyma örneğinde de *Listeria monocytogenes* tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan çiğ örneklerde *L. monocytogenes*'in bulunma oranı % 83'tür. Tunçel ve Göktan (1989) sığır kıymalarında % 28 oranında *L. monocytogenes* belirlemiştir. Şireli ve arkadaşları (1996) hazır kıyma örneklerinin %97'sinde listeria türlerini tespit etmişler, *L. monocytogenes* % 28 oranında identifiye edilmiştir. Bayram (2002) süpermarketlerden aldığı hazır kıymaların % 13.3'ünde, kasap ve şarküterilerden aldığı kıymaların % 17.5'inde *L. monocytogenes* belirlemiştir. Şireli ve ark. (2002) 40 kıyma 30 tavuk köftesi ve 30 tavuk burger örneklerinde % 20-35 oranında *L. monocytogenes* tespit etmiştir. Berktaş ve arkadaşları (2006) Van ve çevresinde yaptıkları çalışmada 100 adet kıyma örneğinin 73 'ünde listeria türlerini belirlemişler, bu örneklerin % 15'inde *L. monocytogenes* olduğunu tespit etmişlerdir. Johnston (1989) 44 biftek örneğinin % 86.4'ünde *L. monocytogenes* belirlemiştir. Barros ve arkadaşları (2007) Brezilya'da bir et işletmesinde 443 örnek incelemişlerdir. Bu örneklerin % 38.1 listeria türleri ile kontamine olduğu ve % 12.6 oranında *L. monocytogenes* bulunduğu bildirilmiştir.

Mikrodalga fırında pişirilecek et ürünlerinin *L. monocytogenes* içermesi olasılığı oldukça yüksektir. Durmaz ve arkadaşları (2007) farklı depolama sıcaklıklarında çiğ köftede *Listeria monocytogenes* serotiplerini araştırmışlardır. Çiğ köfteye 10^4 kob/g düzeyinde *L. monocytogenes* inoküle etmişlerdir. Çiğ köfte içeriğinde bulunan sarmısak, soğan, ve diğer baharatların *Listeria monocytogenes*'in üremesini engellemediğini +4 °C'de *L.monocytogenes* 4b nin artmadığını sabit kaldığını *L.monocytogenes* 1/2b 'nin arttığını 21 °C de depolamada ise her ikisinin de çoğaldığını

gördüklerini ifade etmişlerdir. *L. monocytogenes*'i inaktif etmek için yeterli ısıl işlem gerekmektedir. Bu bakteri yüksek tuz içeriğine de dirençlidir.

Sıcaklık ve mikroorganizmanın gelişme ortamının içeriği (gıda veya laboratuvar kültürü) gelişme hızını ve bakterinin termal toleransını etkilemektedir. Gıdalarda veya besiyerlerinde bulunan bazı bileşenler bakterilerin ısıya karşı olan direncini arttırabilmektedir. Doyle ve ark (2001) yaptıkları araştırmada farklı besiyeri ortamları ve gıda içeriklerinde *Listeria monocytogenes*'in inaktivasyonu için gerekli olan D değerlerini hesaplamışlardır. Normal 0.09M tuz konsantrasyonunda gelişen *Listeria monocytogenes*'e göre 1.5 M tuz konsantrasyonunda gelişen *L. monocytogenes*'in ısıya karşı direncinin çok daha fazla olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca yüksek yağ içeriğinin (% 30) de bakterinin ısıdan etkilenme sürecini etkilediğini belirtmiştir. Gıdaların içeriği *L. monocytogenes*'in ısıl direncini bu şekilde etkilerken ısıl işlem görek baskılanmış listeria türlerinin tanısında kullanılan ortamların özellikleri de bu bakterilerin gelişmelerini etkilemektedir .

Mikrodalga enerjisinin *Listeria monocytogenes* üzerine etkilerinin incelendiği bir çok çalışmada kullanılan materyaller içerik bakımından bu denemede kullanılan materyale göre daha sadedir. Kullanılan kasap köfte materyali içerik olarak; ısı nedeni ile baskılanmış *Listeria monocytogenes* hücrelerinin aktivasyonunu engelleyen materyaller içermektedir. Isı ile baskılanmış *Listeria monocytogenes* bakterilerinin gelişimini; ortamın kompozisyonu ve karakteristik özellikleri, şeker, yumurta sarısı, kan, tuz içeriği ve osmotik basınç, pH, mikroorganizmayı tespit etmek için kullanılan zenginleştirici ortamın katı veya sıvı olması gibi birçok faktör etkilemektedir (Besse 2002). Ayrıca yüksek tuz ve nem içeriği mikrodalga absorpsiyonun etkinliğini arttırarak penetrasyon derinliğini azaltır. Bu da gıdaların iç kısımlarının daha az ısınmasına neden olur. Ancak bu çalışmada pişirilen kasap köftelerin şekillendirildiği kalıbın kalınlığı 0.7-0.8 cm dir. Köftelerin çok kalın olmaması bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmıştır. *Listeria monocytogenes* için 60 °C 'nin üzerinde hızlı bir yıkımın başladığı Heddleson (1996) ve arkadaşları tarafından da ifade edilmiştir. Gaze (1989) tavuk eti, biftek ve havuç kullanarak yaptığı çalışmasında 10⁷ düzeyinde kontamine ettiği örnekler için 70 °C'de 2 dakikalık sürenin güvenilir olduğunu belirtirken gıdanın homjenliğinin ve

merkez sıcaklığının 70 °C'ye ulaşmasının önemini vurgulamıştır. Bu çalışmada köfte merkez sıcaklıkları en az 72 °C ve en çok 97 °C olarak ölçülmüştür.

Besse (2002) tarafından; ısıtma işlemi nedeniyle baskılanmış *L. monocytogenes* bakterilerinin tespitinde Columbia blood agar'ın kan içerdiği için en iyi sonuç verdiği ifade edilmiştir. Bu çalışmada ön zenginleştirme ve tam zenginleştirme işlemlerinden sonra örnekler sadece listeria agara değil aynı zamanda Columbia blood agara da pasajlanarak baskı altına alınmış listeria kolonileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Ancak tüm şahit denemelerde karakteristik üreme tespit edildiği halde pişirilen köfte örneklerinde bu gelişme gözlenmemiştir.

Kasap ve marketlerden alınan et örneklerinin kontamine olması ve sadece kesimine nezaret edilen örnekte *Listeria monocytogenes* tespit edilememesi; etlerin kesim koşulları ve bu sektörde çalışan kişilerin gıda hijyeni ve sanitasyonu konusundaki eğitim eksikliklerini ortaya koymaktadır.

Özellikle A.B.D, Avustralya ve Yeni Zelanda da *Listeria monocytogenes* için et ve et ürünlerini de içeren tüketime hazır gıda gruplarında sıfır tolerans içeren standartlar uygulanmaktadır. Ancak 1989 ile 1993 yılları arasında % 44 oranında azalma gösteren listeriosis vakaları 1998 yılında ve 2002 yılında salgınlar ile kendini göstermiştir. Kanada, Danimarka, Almanya, İngiltere gibi birçok gelişmiş ülkede gıdalar farklı gruplara ayrılmış ve bazı ülkeler standartlarında; indikatör mikroorganizmaları göz önüne alır iken bazı ülkeler patojen mikroorganizma düzeylerini önemsemişlerdir (Todd 2003).

Avrupa ülkelerinde uygulanan bu standartlar ve gelişmiş ülke olmalarından kaynaklanan avantajlarına rağmen listeriosis salgınları halen devam etmektedir (Todd 2003). Her yıl gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde listeriosise bağlı olarak görülen gıda salgınlarında insanlar yaşamlarını yitirmekte ve ekonomik anlamda da önemli kayıplar ortaya çıkmaktadır.

Bu bilgiler mikrodalga enerjisinin mutfaklarda güvenilir bir şekilde kullanılmasının önemini daha da arttırmaktadır. Mikrobiyolojik güvenilirlik gıdanın ulaşacağı sıcaklık ve pişme süresi ile sağlanabilir. Ancak bu iki değişken gıdanın kompozisyonuna, şekline, miktarına, başlangıç sıcaklığına, seçilen pişirme kademesine, gıdanın nem ve yağ içeriğine göre değişebilmektedir. Bu kadar çok değişkenin olduğu bir sistemde % 100 güvenilirlikten bahsetmek mümkün değildir. Mikrodalga ile pişirmede mikroorganizmaların öldüğü kesindir. Ancak sıfır değerine ulaşmak her zaman mümkün olmayabilir. Bu çalışmada; başlangıç yükü olarak 10^1 , 10^2 , 10^3 olarak inokule edilen *L. monocytogenes* mikrodalga fırında pişirme aşamalarından sonra tespit edilememiştir. Bu sonucun alınmasında; pişirme denemeleri sırasında pişirilen köfte ağırlıklarının optimum olması, uygulanan süre ve seçilen sıcaklığın mikrodalga fırın üreticileri tarafından önerildiği gibi seçilmesi ve ulaşılan merkez sıcaklıklarının yeterli olması etken olmuştur.

Sonuçlar göstermektedirki; mikrodalga fırınlar kullanım kurallarının uygulanması, gıdaları önerilen süre ve sıcaklıklarda, önerilen ağırlıklarda pişirilmesi koşulu ile mikrobiyolojik açıdan güvenilirdir. Ancak kullanıcıların yukarıda bahsi geçen noktaların önemi konusunda bilinçlendirilmesi gereklidir.

4.2 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı:

Köfte hamuru haline getirilen kıyma örneklerinin çiğ ve üç farklı aşamada piştikten sonra mezofilik aerobik bakteri sayıları tespit edilmiştir. Çiğ köfte hamurlarının toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları çizelge 4.2.1’de görülmektedir.

Çiğ kıyma örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı en az 1.04×10^4 kob/g olarak 6. örnekte, en fazla 9.45×10^4 kob/g olarak 3. örnekte belirlenmiştir. Ortalama bakteri yüklerine bakıldığında en az bakteri 1.18×10^4 kob/g ile 6. örnekte, en fazla bakterinin 5.13×10^4 kob/g ile 3. örnekte tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2.1 Çiğ köfte hamurlarının toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

Örnek sayıları	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (kob/g)			
	1. paralel	2. paralel	3. paralel	ortalama
1. örnek	1.18×10^4	1.38×10^4	1.82×10^4	1.46×10^4
2. örnek	2.03×10^4	1.8×10^4	3.01×10^4	2.28×10^4
3. örnek	2.7×10^4	3.26×10^4	9.45×10^4	5.13×10^4
4. örnek	3.28×10^4	2.46×10^4	4.17×10^4	3.3×10^4
5. örnek	1.76×10^4	1.56×10^4	3.3×10^4	2.2×10^4
6. örnek	1.04×10^4	1.47×10^4	1.04×10^4	1.18×10^4

Mikrodalga fırında 300W'da yapılan pişirme işlemi sonucunda en düşük değer 2.56×10^2 kob/g ile 6. örnekte, en yüksek değer ise 1.79×10^3 kob/g ile 2 örnekte tespit edilmiştir. Mikrodalga fırında uyguladığımız ilk pişirme aşaması olan 300W'lık güçte köfte merkez sıcaklıkları en az 72 °C, en fazla 76 °C olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.2.2 300W'da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları görülmektedir.

Çizelge 4.2.2 300W'da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

Örnekler	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları(kob/g)			
	1. paralel	2. paralel	3. paralel	ortalalama
1. örnek	4.5×10^2	4.1×10^2	2.8×10^2	3.8×10^2
2.örnek	1.8×10^3	1.94×10^3	1.63×10^3	1.79×10^3
3.örnek	7.9×10^2	5.95×10^2	8.7×10^2	7.5×10^2
4.örnek	7.8×10^2	7×10^2	8.6×10^2	7.8×10^2
5.örnek	8.1×10^2	8.16×10^2	8.04×10^2	8.1×10^2
6*.örnek	1.2×10^2	1.7×10^2	4.8×10^2	2.56×10^2

*=denemelerde kullanılan köfte hamuru

Mikrodalga fırında 450W'da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı en az 1.3×10^2 kob/g ile 1. örnekte, en fazla ise 8.88×10^2 kob/g ile 2. örnekte bulunmuştur. İkinci pişirme aşaması olan 450W'lık pişirme işleminde köfte merkez sıcaklıkları en düşük 90 °C, en yüksek 92 °C olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.2.3'de 450W'da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4.2.3 450W’da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

Örnekler	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimler(kob/g)			
	1. paralel	2. paralel	3. paralel	ortalama
1.örnek	1.4×10^2	1.6×10^2	9×10^1	1.3×10^2
2. örnek	8.65×10^2	5.65×10^2	1.23×10^3	8.88×10^2
3. örnek	4.65×10^2	8.75×10^2	3.8×10^2	5.73×10^2
4. örnek	6.8×10^2	4.05×10^2	6.3×10^2	5.7×10^2
5. örnek	6.5×10^2	6.2×10^2	6.7×10^2	6.46×10^2
6*. örnek	3.55×10^2	6.25×10^2	4.9×10^2	4.9×10^2

*=denemelerde kullanılan köfte hamuru

Mikrodalga fırında 600W’da pişirilen köfte örnekleri için en az aerobik bakteri sayısı 7.5×10^1 kob/g ile birinci örnekte, en fazla 6.76×10^2 kob/g ile ikinci örnekte belirlenmiştir. 600W’lık üçüncü pişirme aşamasında köfte örneklerinde köfte merkez sıcaklıkları en düşük 94°C , en yüksek 97°C olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.2.4’de toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4.2.4 600W’da pişirilen köfte örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

Örnekler	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (kob/g)			
	1. paralel	2. paralel	3. paralel	ortalama
1. örnek	1×10^2	3.5×10^1	9×10^1	7.5×10^1
2.örnek	8.35×10^2	6×10^2	5.95×10^2	6.76×10^2
3. örnek	2.8×10^2	3.5×10^2	3.85×10^2	3.38×10^2
4. örnek	6.1×10^2	5.2×10^2	5.1×10^2	5.46×10^2
5. örnek	1.02×10^3	3.3×10^2	3.6×10^2	5.7×10^2
6*. örnek	3.1×10^2	3.3×10^2	2×10^2	2.8×10^2

Çizelge 4.2.5 Köfte hamurunun çiğ ve piştikten sonraki ortalama toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

Örnek sayısı	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları(kob/g)			
	Çiğ kıyma	1. Aşama(300W)	2.aşama(450W)	3. Aşama(600W)
1	1.46×10^4	3.8×10^2	1.3×10^2	7.5×10^1
2	2.28×10^4	1.79×10^3	8.88×10^2	6.76×10^2
3	5.13×10^4	7.5×10^2	5.73×10^2	3.38×10^2
4	3.3×10^4	7.8×10^2	5.7×10^2	5.46×10^2
5	2.2×10^4	8.1×10^2	6.46×10^2	5.7×10^2
6*	1.18×10^4	2.56×10^2	4.9×10^2	2.8×10^2

*=denemelerde kullanılan köfte hamuru

Çizelge 4.2.5’de çiğ köfte hamurunun çiğ ve piştikten sonraki toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı en az 1.18×10^4 kob/g olarak 6. örnekte, en fazla 5.13×10^4 kob/g olarak 3. örnekte belirlenmiştir. Pişirme sonucunda elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı en az 600W’da 7.5×10^1 kob/g olarak birinci örnekte ve en çok 300W’da 1.79×10^3 kob/g olarak 2. örnekte tespit edilmiştir.

4.2.1 Bakteri sayılarındaki değişimin istatistiki olarak değerlendirilmesi:

Çiğ kıyma ve üç farklı aşamada pişirilen kıyma örneklerinde belirlenen toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarının istatistiksel değerlendirilmesinde tesadüf parsellerinde 2 faktörlü deneme desenine göre varyans analizi uygulanmıştır. Duncan metoduna göre yapılan değerlendirme sonucunda; kademeler arasındaki farklılıklar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Başlangıçtaki kıyma yükleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Ayrıca çiğ kıymalar ile üç farklı kademede pişirilen kıyma örnekleri arasındaki farklılıklar ise % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2.1.1).

Çizelge 4.2.1.1’de Çiğ kıyma ve pişmiş köfte örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarının karekök değerlerine ait varyans sonuçları

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
FAKTÖR A(KIYMA)	5	807459418.833	161491883.767	2.385 ns
FAKTÖR B(KADEME)	3	8654929767.33	2884976589.11	42.608**
A*B	15	2351643839.167	156776255.944	2.315*
Hata	48	3250047560.667	67709324.181	
Genel	711	5064080586.000	212170149.099	

ns=önemsiz *= önemli %5 alfa seviyesinde **=önemli %1 alfaseviyesinde

Kıyma örnekleri ile kademeler arasındaki karşılaştırmada; çiğ kıyma örnekleri ayrı bir grubu oluştururken pişmiş kıyma örnekleri bir diğer grubu oluşturmuştur. Pişirme kademesi arasındaki farklılıklar çiğ kıyma değerlerinin yüksekliği nedeni ile kaybolmuştur. Pişirme kademelerinde elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan aynı grupta değerlendirilmiştir. Çizelge 4.2.1.2’de kıyma örnekleri ile pişirme kademelerinin istatistiki açıdan karşılaştırılması görülmektedir.

Çizelge 4.2.1.2 Kıyma örnekleri ile pişirme kademelerinin istatistiki açıdan karşılaştırılması

KIYMA	KADEMELER				KIYMA ORTALAMASI
	ÇİĞ	300W	450W	600W	
1	14500cd	665d	157d	75d	3849.3
2	22800bc	1730d	886.7d	676.7d	6523.3
3	51366a	751.7d	573.3d	340.3d	13258
4	33033.3b	780d	571.7d	636.7d	8755.4
5	22066.7bc	816.7d	646d	570d	6024.8
6	11833.3cd	693.3d	250d	280d	3264.2
KADEME ORTALAMASI	25933.3a	906.1b	514.1b	429.8b	

Not= Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır.

Çiğ kıyma örneklerinden toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları birbirine yakın olan 2. ve 5. örnek ile 1. ve 6. örnekler aynı harfler ile gruplandırılır iken 3. ve 4. örnekler farklı harfler ile gruplandırılmıştır. Bu analize göre çiğ kıyma örnekleri kendi arasında istatistiki olarak 4 gruba ayrılmışlardır. Çizelge 4.2.1.2’de kıyma örnekleri ile pişirme kademelerinin istatistiki açıdan karşılaştırılması görülmektedir. Çizelge 4.2.1.3’de çiğ kıyma ve köftelerin pişirme kademelerine göre duncan testi sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4.2.1.3 Çiğ kıyma ve köftelerin pişirme kademelerine göre duncan testi

Kademeler	Ortalama değerler	Duncan(%1)	Duncan(%5)
Çiğ	25933.333	a	a
1	906.111	ab	b
2	514.111	b	b
3	429.778	b	b

Not:Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır.

Pişmiş kıyma örneklerine uygulanan ısı işlemin etkinliğini istatistiki açıdan da görmek amacı ile çiğ kıyma değerlerini kullanmadan sadece üç pişirme aşamasında elde

edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarını kullanarak ayrıca istatistiki varyans analizi yapılmıştır. Bu analizin sonuçları aşağıdaki tabloda ifade edilmiştir.

Çizelge 4.2.1.4 Kıymalar ile pişirme kademeleri karekök değerlerine ait varyans sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Faktör A(kıyma)	5	3470736.222	694147.244	13.875**
Faktör B(kademe)	2	2296594.067	1148297.034	22.953**
A*B	10	968461.710	96846.171	1.936 ns
Hata	36	1801044.000	50029.000	
Genel	53	8536836.000	161072.377	

ns= önemsiz

**=önemli %1 alfa seviyesinde

İstatistiki varyans analizi sonucunda; kıymalar ve kademeler arasındaki farklılıklar % 1 alfa seviyesinde önemli bulunmuştur.

Köfte pişirme kademeleri arasındaki farklılıkların seviyesini incelemek için yapılan Duncan testi (% 5) sonuçlarına göre ortalama değerler ve gruplandırmalar çizelge 4.2.1.5’de görülmektedir.

Çizelge 4.2.1.5 Köftelerin pişirme kademelerine göre duncan(% 5) testi sonuçları

Kıyma çeşitleri	Ortalama değerler	Sonuçlar
1	299.000	c
2	1097.778	a
3	555.111	bc
4	662.778	b
5	677.556	ab
6	407.778	bc

Not:Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır.

Duncan testine göre yapılan istatistiki varyans analizinde; kıyma örnekleri farklı harfler ile ifade edilebilmiştir. Her bir kıyma örneği farklı tarihlerde farklı satış noktalarından alınmıştır. Kıyma örneklerinin nem ve yağ içerikleri birbirinden farklıdır.

Bu sonuç; mikrodalga fırın ile pişirmede nem ve yağ içerikleri gibi diğer kıyma kompozisyonlarının da önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2.1.6 Pişirme kademeleri arasındaki farklılıkların Duncan (% 5) ile gösterilmesi

Kademeler	Ortalama değerler	Sonuç
1	906.111	a
2	501.263	b
3	439.176	b

Not: Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır.

Pişirme kademeleri arasındaki farklılıkları ifade etmek için yapılan Duncan (% 5) testine göre; pişirme kademeleri iki grup oluşturmuştur. Köfte merkez sıcaklıkları da bu gruplanmayı desteklemektedir. Birinci grubu oluşturan 300W lık pişirme aşamasında elde edilen sıcaklıklar; ikinci grubu oluşturan 450W ve 600W'deki pişirme aşamalarında belirlenen köfte merkez sıcaklıklarından oldukça farklıdır. 450W ve 600W'daki pişirme sıcaklıkları ise birbirine yakındır.

Köfte örneklerinde tespit edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları da merkez sıcaklıklarını destekler niteliktedir.

Et ve et ürünlerinin mikrobiyolojik kalitesinin incelendiği araştırmalara bakıldığında bu çalışma ile benzer ve farklı sonuçları görmek mümkündür. Başeğmez (1988) çiğ kıyma örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarını en az 2.5×10^4 adet/g, en çok 2.0×10^8 adet /g olarak bildirmiştir.

Elazığ'da tüketime sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada; 45 adet çiğ köfte örneğinde 25 °C'de 1.46×10^6 adet/g, 37 °C'de 4.6×10^5 adet/g aerob mezofilik bakteri belirlenmiştir (Patır ve ark.1992).

Yıldızhan (1994) Bursa ve çevresinde yaptığı çalışmasında, çiğ hamburger köftelerinin mikrobiyolojik ve kimyasal niteliklerin incelemiştir. Çiğ hamburger köftelerinde; toplam bakteri sayısını 6.06×10^5 adet/g olarak tespit etmiştir.

Ünüsün (1994) mikrodalga fırının kıymanın mikrobiyal florasına etkisini incelediği araştırmasında; çiğ kıyma örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını en az 5.2×10^4 adet/g, en fazla 6.9×10^7 adet/g olarak belirlemiştir.

Aksanın (1998) bildirdiğine göre; Ankarada satılan hazır kıyma örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 3.4×10^8 kob/g olarak belirlenmiştir.

Köftelerde pişirme işleminin mikrobiyolojik etkisinin incelendiği bir çalışmada; çiğ köfte örneklerinde ortalama toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 2.4×10^6 kob/g olarak tespit edilmiştir (Yılmaz ve ark. 2005).

Dahm ve arkadaşları 450 kıyma örneğinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını $< 10^6$ olarak tespit ederken, Depoureq ve Poucke 52 kıyma örneğinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını $> 10^6$ olarak bildirmişlerdir (Aksan 1998).

Bu çalışmada belirlenen toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçları yukarıda ifade edilen araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Başeğmez (1988), ve Ünüsün (1994)'da çiğ kıymada bakteri yükünü 10^4 seviyesinde, Dahm ve arkadaşları $< 10^6$ seviyesinde belirlemişlerdir. Bu çalışmada çiğ köfte hamurunda belirlenen en düşük bakteri sayısı 1.18×10^4 kob/g, en yüksek bakteri sayısı ise $5,13 \times 10^4$ kob/g dır. Diğer araştırmacıların belirlediği bakteri yükleri daha yüksektir. Örneklerin alındığı kasap, şarküteri ya da süpermarketlerin ve kesimhanelerin hijyenik koşulları, örneklerin alındığı mevsim koşulları toplam mezofilik aerobik bakteri yüklerini doğrudan etkilemektedir. Bütün örnekler kış aylarında alınmıştır. Kıyma örnekleri steril poşetlere kıydırılmış buz aküsü ile laboratuvara getirilerek toplam mezofilik aerobik bakteri analizi kıymanın alındığı gün yapılmış kıyma örneği hiç bekletilmemiştir.

Köfte hamurunun çiğ haldeki toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçları belirlendikten sonra köfteler 300W, 450W ve 600W'da 2 dakika süre ile pişirilmiştir. Mikrodalga fırında uygulanan pişirme aşamasından sonra köfte örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri yüklerinde önemli bir azalma tespit edilmiştir. En az bakteri

yükü 600W'lık pişirme aşamasında 7.5×10^1 kob/g ile 1. örnekte belirlenirken en yüksek bakteri sayısı 1.79×10^3 kob/g ile 300W'da 2. örnekte belirlenmiştir. Ünüsan (1994) pişirme işleminden sonra toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarını en az 2.8×10^4 adet/g en fazla 6.7×10^4 adet/g düzeyinde bildirilmiştir. Pişirme işleminden sonra alimiyum folyoya sarılarak 30 dk bekletilen kıyma örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları ise en az 7 ve 11 dakikalık pişirme işlemlerinin sonucunda 1.3×10^2 adet/g en fazla 9 dakikalık pişirme işleminden sonra 4.0×10^2 adet/g olarak ifade edilmiştir (Ünüsan 1994). Yılmaz ve arkadaşları (2005) geleneksel fırın, mikrodalga fırın ve ızgara ile pişirmenin mikrobiyolojik etkilerinin karşılaştırdıkları çalışmalarında mikrodalga fırında merkez sıcaklığının 92°C geleneksel fırında 78°C ve ızgarada 72°C olarak belirlemişlerdir. Merkez sıcaklıklarına paralel olarak en düşük toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları ($\log \text{cfu/g } 3.87 \pm 0.047$) mikrodalga fırında pişirilen köfte örneklerinde saptanmıştır. Sonuçlarımız Ünüsan (1994), Yılmaz ve arkadaşları (2005) ile benzerlik göstermiştir.

Ülkemizdeki et ve et ürünlerinde geçerli olan mikrobiyolojik özellikler TS 11566 'da açıklanmıştır. Kıymanın mikrobiyolojik özellikleri aşağıdaki çizelgede ifade edilmiştir (Anonim 2003).

Çizelge 4.2.1.7 TSE 11566 Kıymanın mikrobiyolojik özellikleri (Anonim 2003).

Kıyma	n	c	m	M
Aerobik mezofilik bakteri	5	2	5×10^5	5×10^6
E.coli	5	2	5×10^1	5×10^2
Salmonella(kob/g)	5	0	Bulunmamalı	
S.aureus(kob/g)	5	2	1×10^2	5×10^3
E.coliO157:H7(kob/g)	5	0	Bulunmamalı	

Mikrobiyolojik gıda güvenlik standartları, uzun yıllardır gündemde olan kurallardır. Bu standartların ülkeler arasında farklılıklar göstermesine rağmen referans olarak seçilen mikroorganizma türleri genelde aynıdır. Çiğ etlerde ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) tarafından öngörülen ve Avrupada geçerli olan sayılar aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 4.2.1.8 Avrupa Birliği Mikrobiyolojik Et Standartları (Todd 2003)

Kıymalar	n	c	m	M
Salmonella(10g)	5	0	-	-
E.coli	5	2	50/g	500/g
S.aureus	5	2	100/g	1000/g
Aerobik mezofil bakteri	5	2	500000/g	5000000/g

Bu çizelgelerde;

n:Deney numunesi sayısı

c:m ile M arasındaki sayıda mikroorganizma içeren kabul edilebilir en fazla deney numunesi sayısı

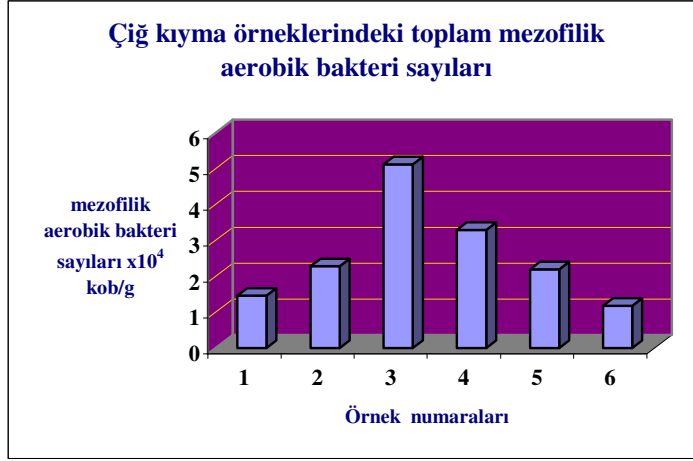
m:(n-c)sayıdaki deney numunesinin 1 g'ında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı

M:c sayıdaki deney numunesinin 1 g'ında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısını ifade etmektedir.

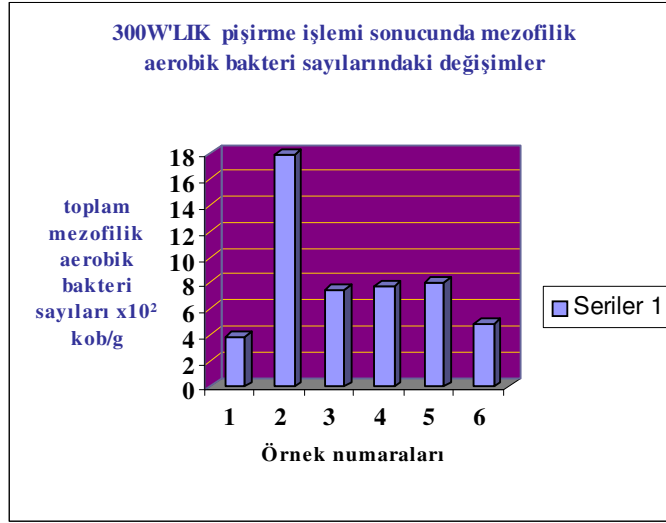
ICMFS ile TS11566 nolu standart karşılaştırıldığında; her iki standartta da örneklerde salmonella varlığı istenmez iken; toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarının aynı olduğu tek farkın *S. aureus* sayılarında bulunduğu görülmektedir. Her iki standarta göre, (n-c) sayıdaki deney numunesinin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 5×10^5 kob/gdır. 5 adet deney numunesinin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı 5×10^6 kob/gdır (Anonim 2003, Todd 2003).

Bu çalışmada elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçları; TS11566'da ifade edilen 10^6 değerinden azdır. Bu nedenle gerek ön denemeler için kullanılan gerekse asıl örnek olarak seçilen köfte hamurları toplam mezofilik aerobik bakteri yönünden tüketime uygundur.

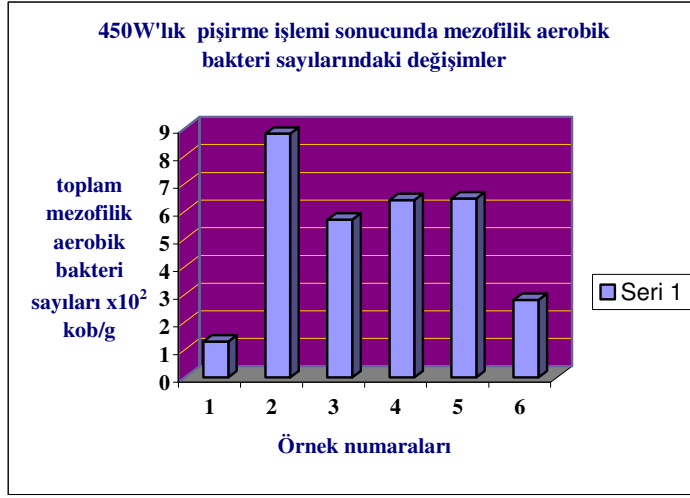
Her bir aşamada kıyma örneklerinden elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarının değişimleri aşağıda grafikler ile ifade edilmiştir.



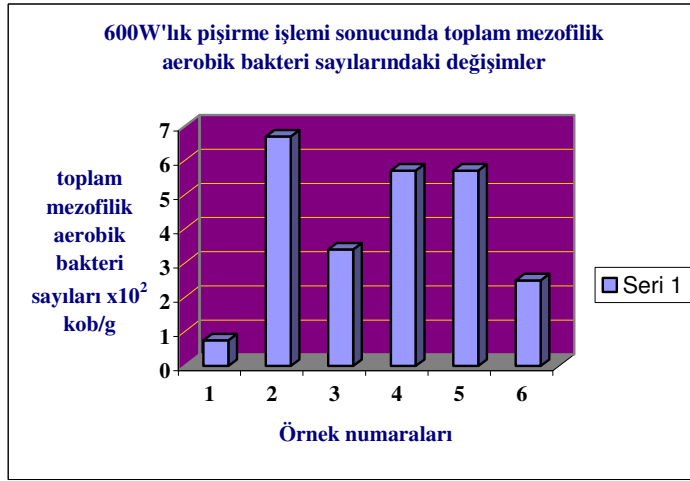
Şekil 4.2.1.1 Çiğ kıyma örneklerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları



Şekil 4.2.1.2 300W'lık pişirme işlemi sonucunda mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimler



Şekil 4.2.1.3. 450W'lık pişirme işlemi sonucunda mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimler



Şekil 4.2.1.4. 600W'lık pişirme işlemi sonucunda toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimler

4.3 Nem tayini:

Bu çalışma için alınan kıyma örneklerine köftelik malzemeler ilave edilmiş, yoğurma işleminden sonra nem analizleri yapılmıştır. Sonuçlar çizelge 4.3.1 de ifade edilmiştir.

Çizelge 4.3.1 Köfte hamurlarının % nem değerleri

Örnek no	% nem oranı
1	60.89
2	40.04
3	41.31
4	58.68
5	56.82
6*	64.71

*= denemelerde kullanılan köfte hamuru

Köfte hamurlarında en az % 40.04 en fazla % 64.71 oranında nem belirlenmiştir. Bulunan değerler diğer araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Kıyma örneklerinde yapılan nem tayinlerinde Çetin (1991) en az % 43.65 en fazla % 60.31, Soyutemiz (1990), İnegöl köfte örneklerinde en az % 59.02, en çok % 63.28 oranında nem tespit etmişlerdir. Hamurgerlerin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine donmuş depolama sıcaklığı ve süresinin etkisi üzerine yapılan bir araştırmada; hamburger örneklerinin başlangıçtaki rutubet miktarı % 57.7 olarak belirlenmiştir (Ertaş ve Soyer 1991).

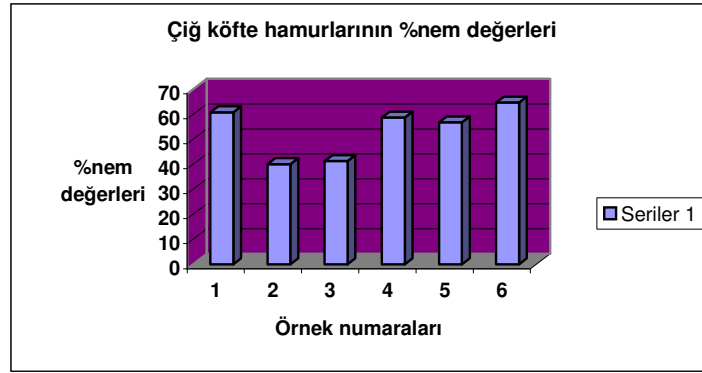
Mikrodalga fırınlarda sıcaklık ve süre bakterilerin öldürülmesi için en önemli faktörler olmakla birlikte; gıdanın nem ve yağ içeriği de etkindir. Mikroorganizmaların ısısal direncini etkileyen en önemli faktörlerden birisi ortamın nem oranıdır. Ortamdaki nem veya su miktarı yükseldikçe mikroorganizmanın ısısal direnci azalır. Çünkü yüksek nem veya su içeren ortamda protein dejenerasyonu daha düşük sıcaklıkta gerçekleşir (Işın 2002).

Baringer ve Gordon'nun (1994) yaptığı bir çalışmada; halk arasında genellikle aynı kütlede yağlı örneklerin sulu örneklere göre daha hızlı ısındığına inanıldığına dikkat çekilmiştir. Bu iddianın yeterince büyük ve kalın örnekler için geçerli olduğu ancak kütlesi az olan küçük örnekler için geçerli olmadığı ifade edilmiştir. Araştırmada distile

su ve mısır yağı kullanılmıştır. 50 gramlık örneklerde distile suyun mısır yağına oranla çok daha hızlı ısındığı belirtilmiştir. Silindirik şekildeki örneklerde örnek yarıçapının azalmasına bağlı olarak salınımın arttığı ve buna bağlı olarak özellikle yarıçapı 2.4 cm'nin altındaki örneklerde su bazlı örneklerin yağ bazlı örneklere göre çok daha hızlı ısındığı ifade edilmiştir. Çalışmanın sonunda; ev tipi mikrodalga fırınlarda ısınma hızının büyüklüğün bir fonksiyonu olduğu 300 - 1000 g lık örneklerde yağ ve su bazlı örneklerin benzer eğilimler gösterdikleri ifade edilmiştir. Ağırlığı 20 - 300 g arasında olan örneklerde, örnek büyüklüğü küçüldükçe yağ bazlı örneklerin ısınma hızının çok az arttığı, su bazlı örneklerin ısınma hızının ise 10 kezden daha fazla arttığı bildirilmiştir.

Bu çalışmada; toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçları ile başlangıç nem değerleri göz önüne alınırsa yukarıdaki çalışmayı destekler sonuçlar alınmıştır. Başlangıç bakteri sayıları birbirine yakın olan 2 (2.28×10^4 kob/g) nolu örnek ile 5 (2.2×10^4 kob/g) nolu örneğin 300W, 450W, 600W'daki toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarını karşılaştırıldığında 2 nolu örnekteki bakteri sayısının 5 nolu örneğe göre daha yüksek olduğu görülmektedir. 2 nolu örnek diğer altı örneğin içinde nem oranı en düşük olan örnektir. Başlangıçtaki bakteri sayısı kendisinden fazla olan 5 nolu örneğe göre de üç pişirme aşamasında da yüksek bakteri sayıları tespit edilmiştir. Nem oranı yüksek olan köfte hamurlarında pişirme işlemlerinden sonra en düşük toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları tespit edilmiştir. Nem oranı düşük olan örneğin daha yavaş ısındığı ve buna bağlı olarak da mikrodalga fırının termal etkisinin diğer örneklere göre daha az etkili olduğu söylenebilir.

Ancak kasap köfte yukarıdaki çalışmada kullanılan örnekler gibi sade bir içeriğe sahip değildir. Mikrodalga fırınlarda pişirme işleminin etkinliğini sadece nem ve yağ içeriğine bağlamak mümkün değildir. Köfte hamurunun diğer içeriklerinin etkisi göz ardı edilerek sadece nem içeriği ve örnek kütleleri (50g) göz önüne alınarak bir değerlendirme yapılırsa bulunan sonuçlar Barringer ve Gordon'un tespitleri ile aynı doğrultudadır.



Şekil 4.3.1 Çiğ köfte hamurlarının % nem değerleri

4.4 Serbest yağ tayini

Bu çalışmalar için alınan kıyma örneklerinde, köftelik malzemeler ilave edildikten sonra serbest yağ miktarı belirlenmiştir. En az % 14.5 ve en fazla % 30.22 oranında serbest yağ belirlenmiştir. Köfte hamurlarının % serbest yağ oranları çizelge 4.4.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4.1 Köfte hamurlarının % serbest yağ oranı

Örnek no	Serbest yağ %
1	15.2
2	14.5
3	18.7
4	30.22
5	29.28
6*	20.2

*= denemelerde kullanılan köfte hamuru

Etlerde yağ oranı mevsimlere göre de değişim göstermektedir. Kış döneminde yağ oranı daha yüksek olur iken yaz döneminde yağ oranı azalmaktadır. Kıymalar Türk Standartları Enstitüsü tarafından içerdiği yağ oranına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 4.4.2 Kıymanın tip özellikleri (Anonim 2003).

TİPLER	Yağ oranı (%m/m)en çok	Toplam proteindeki bağ doku oranı(%m/m)en çok
Büyük veya küçük baş hayvan eti kıyması		
-yağsız kıyma	7	12
-orta yağlı kıyma	20	15
-yağlı kıyma	25	15
-çok yağlı kıyma	35	18
Kanatlı hayvan eti kıyması	5	10

Belirlenen serbest yağ oranlarına göre bir değerlendirme yapılacak olursa; köfte hamurlarından 4 tanesi % 15.2, % 14.5, % 18.7 ve % 20.2 ile orta yağlı kıyma tipine 2 tanesi ise % 30.22 ve % 29.28 ile yağlı kıyma tipine girmektedir.

Bursa'da süpermarketlerde tüketime sunulan hazır kıymaların içerdiği yağ oranı kokuşma ve yabancı doku içeriğinin incelendiği bir çalışmada; hazır kıymalarda yağ oranı en az % 6.580 en fazla % 24 ve ortalama % 12.80 olarak belirlenmiştir (Karaca 1989). Ticari amaçla üretilen hamburgerlerin yağ oranının belirlendiği bir çalışmada; ortalama yağ içeriği % 15.4 olarak bildirilmiş ve bu oranın -8 °C de ve -26 °C 'de depolama ile değişmediği tespit edilmiştir (Ertaş ve Soyer 1991). Bu sonuçlar tespit edilen yağ oranları ile uyum içindedir.

Mikrodalgada domuz etinden yapılmış pişmiş köftelerin ısıtılması üzerine yağ içeriğinin etkisinin incelendiği bir çalışmada; yüksek pişirme kademelerinde yağ içeriğinin arttırılması ve nem içeriğinin azaltılmasının ısınma hızını arttırdığı ve gıda örneklerinin yaydığı enerjiyi arttırdığı bildirilmiştir. 440 ve 900 W'de az yağlı, orta yağlı ve % 100 yağ içeren köfteler 180 sn süre ile ısıtılmışlar. 440 W'da uygulanan ısıtma işleminde 900 W'ya göre az yağlı köftelerin 10 ile 80 °C arasındaki ısınma hızında önemli bir farklılık gözlenmez iken, orta yağlı köfteler 440 W'da çok yağlı köftelere oranla önemli oranda hızlı ısındığı bildirilmiştir. 900 W'da uygulanan ısıtma işleminde ise, az yağlı köftelerin ısınma hızı 0.8,0.9 °C/sn, orta yağlı köftelerin ısınma hızı 1,5 ile

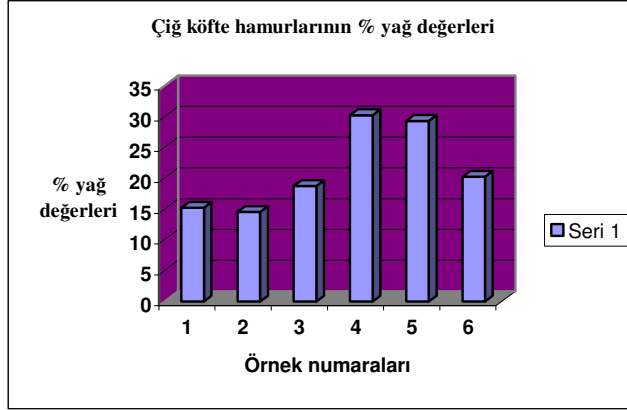
1,7 °C/sn ve % 100 yağ içeren köftelerin ısınma hızı ise 2,8 °C/sn olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle 900 W lık ısıtmanın nem içeriği düşük yağ içeriği yüksek gıdalarda daha etkili olduğu ifade edilmiştir. Yüksek yağ içeren örneklerde maksimum sıcaklığa daha kısa sürede ulaşıldığı bu sonucun net olarak 440 W'da değil 900 W'da elde edildiği bildirilmiştir (Picouet ve ark 2007).

Bu çalışmada başlangıç bakteri yükleri birbirine yakın olarak belirlenen 2. örnek (2.28×10^4 kob/g), 4. örnek (3.3×10^4 kob/g) ve 5. örnekte (2.2×10^4 kob/g) 600 W'lık pişirme işleminden sonra bakteri yükleri karşılaştırılmıştır. Diğer iki örneğe göre % serbest yağ oranı yarıyarıya az olan 2 nolu (% 14.5) örnekte daha yüksek değerler tespit edilmiştir. 4. ve 5. örnekte elde edilen bakteri sonuçları ve yağ oranları birbirine çok yakındır.

Sonuçlar başlangıç bakteri yükleri birbirine yakın olan bu örnekler göz önüne alındığında Picouet ve ark. (2007) ile uyum içindedir. Ayrıca Heddleson ve arkadaşları (1996)'da teorik olarak yağın yavaş ısındığını ancak mikrodalga alanda düşük ısınma ısısı nedeni ile yağın hızlı ısındığını ve bakteriyel yıkıma yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak Picouet ve arkadaşları (2007)'nin çalışmasında köfte örneklerinin nem içerikleri bu çalışmadaki örneklerle göre farklıdır. Az yağlı köfte örneğinin nem içeriği % 72.5, orta yağlı köfte örneklerinin nem içerikleri en az % 60 en çok % 66.5 ve çok yağlı köfte örneklerinin nem içeriği ise % 22 olarak bildirilmiştir. Çok yağlı örnek hariç nem içerikleri bu çalışmadaki değerlerden genelde yüksektir. Çok yağlı örneğin nem değeri ise bu çalışmadaki değerlere göre oldukça düşüktür. Ayrıca 900 W'da elde ettikleri sonucu 450 W'da elde edememişler ve yüksek yağ içeriğinin yüksek enerji güçlerinde etkin olduğunu söylemişlerdir. Bu çalışmada köftelerin tüketici açısından yenebilir nitelikte olması da önem taşıdığı için en yüksek pişirme derecesi kullanılmamıştır.

Bu nedenlerden dolayı köftelerin yağ içerikleri ile elde ettiğimiz toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki azalma arasında sağlıklı bir ilişki kurulamamıştır. Mikrodalga fırında pişirme işleminin etkinliğini tek bir değişkene bağlamak ve bu doğrultuda genelleme yapmanın objektif bir bakış açısı olmadığı açıktır. Ancak bu güne

kadar yapılan çalışmalarda bilim adamlarının hemfikir olduğu nokta mikrodalga enerjisinin mikroorganizmalar üzerindeki asıl etkisini uygulanan sıcaklık ve sürenin oluşturduğu yönündedir.



Şekil 4.4.1 Çiğ köfte hamurlarının % yağ değerleri

SONUÇ

Bu araştırmada; kasap köfteye 10^1 , 10^2 , 10^3 düzeyinde *Listeria monocytogenes* inokule edilerek üç farklı (300 W, 450 W, 600 W) aşamada mikrodalga fırında pişirilmiştir. Üç aşamada da pişirilen örneklerde *L. monocytogenes* tespit edilemez iken, şahit örneklerin tamamında karakteristik üreme belirlenmiştir.

Mikrodalga fırının toplam mezofilik aerobik bakterileri ve *Listeria monocytogenes*'i öldürdüğü kesindir. Ancak tam bir sterilizasyondan bahsetmek mümkün değildir. Mikrodalga fırınların öldürücü etkisi mikroorganizmanın çeşidine ve gıdanın kompozisyonuna, gıdanın ağırlığı, şekli gibi bir çok parametreye göre değişim göstermektedir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri yükleri çiğ kıymalarda; en az 1.18×10^4 kob/g en fazla; 5.13×10^4 kob/g olarak belirlenmiştir. Birinci pişirme aşamasında; en az 4.9×10^2 kob/g, en fazla 1.79×10^3 kob/g olarak tespit edilmiştir. İkinci pişirme kademesinde; en az 1.3×10^2 kob/g, en fazla 8.8×10^2 kob/g olarak bulunmuştur. Üçüncü pişirme aşamasında; en az 7.5×10^1 kob/g, en fazla 6.7×10^2 kob/g olarak tespit edilmiştir. En yüksek toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları 2. örnekte en düşük toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları 1. ve 6. örnekte belirlenmiştir. Nem içeriği yüksek örneklerde daha az mikroorganizma bulunmuş ve gıdaların nem içeriğinin mikrobiyolojik yıkım için mikrodalga fırında önemli olduğu tespit edilmiştir.

Alınan örneklerin % nem değerleri en az % 40.04 en fazla % 64.71 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin % serbest yağ miktarları en az % 14.50 en fazla % 30.22 olarak bulunmuştur.

Dünya mutfaklarında gittikçe yaygınlaşan mikrodalga fırınların güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için üretici firma tarafından önerilen pişirme süre ve sıcaklıklarına önem vermenin gerekliliği ortadadır. Mikrodalga fırın kullanıcılarının bu konuda bilinçlendirilmesi, bu fırınların mutfaklarımızda daha güvenilir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR:

ACAR, J., B.ERCAN. 1989. Mikrodalgalar Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları ve Mikroorganizmaların Üzerine Etkileri. Gıda, 14(3) : 141-148

AKÇELİK, M. 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara. 522 s.

AKSAN, E. 1998. Dondurulmuş Dana ve Koyun Kıymalarının Geleneksel Yöntemler ve Mikrodalga ile Çözündürülmesi Sırasında Mikrofloradaki Değişimlerin İncelenmesi Yüksek lisans Tezi . 43 s.

AKSAN, E., Z. ERGİNKAYA. 2002. Gıdalarda Isıl İşlem Uygulamasında Mikrodalga Kullanımı. Dünya Gıda, 8(10) :75-79.

ALPTEKİN, H. 2002. Erken Membran Ruptürü ve Erken Doğum Tehidi Olan Gebelerde *Listeria monocytogenes* İnsidansının Araştırılması. Jinekolojik ve Obstetrik Dergisi 18(2): 109-114.

ANONİM. 1988. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metotları, Bursa. 882 s.

ANONİM. 1989. Microwave Food Processing (A scientific status summary by the Institute of food Technologists Expert Panel) Food Technology January :117-124.

ANONİM. 1991. *Listeria monocytogenes* .International Journal of Food Microbiology, 14:185-246.

ANONİM. 1996. ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) Caharacteristics of Microbial pathogens. BlackieAcademic &Professional, London. p141-151.

ANONİM. 1997. Gıda ve Yem Maddelerinin Mikrobiyolojisi *Listeria monocytogenes*'in Aranması ve Sayımı Metodu bölüm 1: Arama metodu TS EN ISO 11290-1. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 18 s.

ANONİM. 1998. Süt ve Süt Mamülleri *Listeria monocytogenes*'in aranması. TS ISO 10560 Türk Standartları Enstitüsü, Ankara . 14 s.

ANONİM. 2003. Et ve Et Ürünleri – Kıyma TS 11566 Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 15 s.

ANONİM. 2005. Merck. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları Ed:A.K.Halkman Başak Matbaacılık Ltd.şti.Ankara. 358 s.

ANONİM. 2007. <http://www.cfscan.fda.gov/~ebam/bam-10.html> erişim tarihi:27.12.2007 Konu:The CAMP Test.

- ANONİM. 2008. <http://www.eurosurveillance.org/ew/2007/070208.asp> erişim tarihi:20.04.2008 Konu: Outbreak of listeriosis in the Czech Republic, late 2006-preliminary report
- AYDIN, A. 2001. Toz Karabiberde Mikrodalga Yöntemi ile Mikrobiyal Dekontaminasyon Üzerine bir Çalışma. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin ve Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim dalı Doktora tezi 79 s.
- BANWART, J.G. 1989. Foodborne Agents Causing Illness Basic Food Microbiologys Published by Van Nostrand Reinhold New York, p 297-298.
- BARRINGER, S.A. , J.GORDON 1994. Effect of Sample Size on the Microwave Heating rate : Oil vs Water. AIChE Journal September, 40(9): 1443-1439.
- BARROS, M.A.F., L.A.NERO., L.C. SILVIA. 2007. *Listeria monocytogenes*: Occurrence in Beef and Identification of the Main Contamination Points in Processing Plants. Meat Science, 76 :591-596.
- BAŞEĞMEZ, Z. 1988. Bursa Piyasasında Satılan Et ve Et Ürünlerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kaliteleri Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni Teknolojisi Anabilim Dalı, Bursa. 46 s.
- BAŞOĞLU, F., V.UYLAŞER 2004. Gıda Analizlerine Giriş Uygulama Klavuzu No:9 Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü II.Baskı Bursa, s 11-12.
- BAŞOĞLU, F., İ.ŞAHİN. 2002. Gıda Mikrobiyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:89 Bursa. 152 s.
- BAYRAM, G. 2002. Ankara Yöresinde Tüketime Sunulan Hazır Kıymalarda *Listeria monocytogenes* Varlığının Araştırılması Yüksek Lisans Tezi Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 82 s.
- BENGTSSON, N. 2001. Microwave Technology and Foods. Advances in Food and Nutrition Researsch, 43: 65-140.
- BERKTAŞ, M., E.N. BOZKURT., H. BOZKURT., M. ALIŞARLI., H.GÜDÜCÜOĞLU. 2006. Et ve Et Ürünlerinden *Listeria monocytogenes*'in İzolasyonu .Van Tıp Dergisi, 13(2):36-41.
- BESSE, N. G. 2002. Influence of Various Enviromental Parameters and Detection Procedures on the Recovery of Stressed *L. monocytogenes*. Food Microbiology, 19: 221-234.
- BÖGL, W. 1987. Microwave Thawing, Drying and Baking in the food industry. Food Technology June, :85-88

CURNETTE, B. 1980. Principle of Microwave Radiation. Journal of Food Protection, 43(8): 618-624.

ÇAKIROĞLU, E. 2001. Mikrodalga Fırında Pişirilen Kıymadaki *Yersinia Enterocolitica* 'nın Gelişiminin İncelenmesi. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi 30 s.

ÇETİN, K. 1991. Bursa'da Kasap Dükkanlarında Üretilen Kasap Köftesinin Üretimi Raf Ömrü, Mikrobiyolojik ve Kimyasal Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi 40 s.

ÇOLAK, S. 1990. Edirne ve Çevresinde *Listeria monocytogenes* İnfeksiyon Oranının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Yüksek lisans tezi 48 s.

DECAREU, U.R. 1986. Microwave Food Processing Equipment Throughout the World. Food Technology, June : 99-105.

DEVER, F., D.W.SCHAFFER., P.J. SLADE. 1993. Methods for the Detection of Foodborne *Listeria monocytogenes* in the U.S. Journal of Food Safety, 13 :263-292.

DOORES, S., R. HEDDLESON. 1994. Factors Affecting Microwave Heating of Foods and Microwave Induced Destruction of Foodborne Pathogens. Journal of Food Protection, 57(11) :1025-1037.

DOYLE, M.E., A.MAZOTTA.,T.WANG., W.D.WIESMAN. 2001. Heat Resistance of *Listeria Monocytogenes*. Journal of Food Protection, 64(3):410-429.

DURMAZ, H., E.SAGUN., H.SANCAK., O.SAĞDIÇ..2007. The Fate of Two *Listeria monocytogenes* Serotypes in 'ciğ kofte' at Different Storage Temperatures. Meat Science, 76 : 123-127.

ERTAŞ, H., A.SOYER. 1991. Hamburgerlerin Bazı Fiziksel Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Donmuş Depolama Sıcaklığı ve Depolama Süresinin Etkisi Üzerinde Araştırma. Gıda, 16(3) :217- 223.

ERVERDİ, F. 1990. Mikrodalgaların Çeşitli Mikroorganizmalar Üzerindeki Bakterisid Etkisinin Araştırılması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Analizi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 57 s.

EVİRGEN, Ö. 2005. *Listeria monocytogenes* İnfeksiyonu; Kliniği, Tanı ve Tedavi Özellikleri. Van Tıp Dergisi, 12(1): 32-35.

FARBER, J.M. 1998. Survival of *Listeria* spp. On Raw Whole Chickens in Microwave Ovens. Journal of Food Protection, 61(11) :465-469.

FUNG, Y.C., F.E.CUNNINGAM. 1980. Effect of Microwaves on Microorganisms in Foods. Journal of Food Protection, 43(8) :641-650.

GAZE, J.E. 1989. Heat Resistance of *Listeria monocytogenes* in Homogenates of Chicken, Beef Steak and Carrot. Food Microbiology, 6: 251-259.

GEORGE, S.M., LUND B.M. 1988. The Effect of pH and Temperature on Initiation of Growth of *Listeria monocytogenes*. Letters in Applied Microbiology, 6 :153-156.

GIESE, J. 1992. Advances in Microwave Food Processing. Food Technology, september: 118-123.

HARRISON L.D. 1980. Microwave versus Conventional Cooking Methods: Effects on Food Quality Control Attributes. Journal of Food Protection, 43(8): 633-637.

HEDDLESON. R.A., S.DOORES., R. ANATHESWARAN, G. KHUN. 1996. Viability Loss of Salmonella Species, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in Complex Foods Heated by Microwave Energy. Journal of Food Protection, 59(8):813-818.

HOLLYWOOD, N.W., R.I. NAIDOO. 1991. Effect of Microwave Heating on Microbial Flora of Frozen Convenience Foods. Food Australia, 43(4) : 160- 163.

İŞİN, G.T. 2002. Zeytinde *Penicillium citrinum*'un Mikrodalga ile İnhibisyonu. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 92s.

JOHNSTON, M.A. 1989. A Survey of Various Foods For the Presence of Listeria Species. Journal of Food Protection, 52(7) :456- 458.

JONES, D., H.P.R. SEELIGER. 1984. Genus Listeria. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2:1244-1253.

KARACA, Z. 1989. Bursa'da Süpermarketlerde Tüketime Sunulan Hazır Kıymaların İçerdiği Yağ Oranı, Kokuşma ve Yabancı Doku İçeriği Üzerinde Rutin Çalışma. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı, 14(2): 71-76.

KUNDUHOĞLU, B., M. KIVANÇ. 1993. *Listeria monocytogenes*'in Hastalık Karakteristikleri. Gıda dergisi, 18(4): 229-235.

MAKİNO, S.L., K. KAWAMOTO., K.TAKASHİ.,Y.OKADA. 2005. An Outbreak of Food –Born Listeriosis Due to Cheese in Japan during 2001. International Journal of Food Microbiology, 24 : 189-196 .

MUDGETT, R.E. 1989. Microwave Food Processing, Food Technology, Jan.:117-124.

ÖZKORKMAZ, Ö. 1991. Mikrodalga ve Uygulamaları. Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Bitirme Tezi 41 s.

PATIR, B., A.ARSLAN, A.GÜVEN, S.SALTAN. 1992. Elazığ'da Tüketime Sunulan Çiğ Köftelerin Mikrobiyolojik Kalitesi. F.Ü. Sağlık Bilgisi Dergisi, 6: 1-2 .

PICHHARDT, K. 2004. Gıda Mikrobiyolojisi (Gıda endüstrisi için temel esaslar ve uygulamalar) Literatür Yayıncılık Beyoğlu İstanbul. 358 s.

PICOUET, P.A., A.FERNANDEZ, X.SERA, J.J.SUNOL, J.ARNAU. 2007. Microwave Heating of Cooked Pork Patties as a Function of Fat Content. Journal of Food Science, 72(2): 57-63.

ROCOURT, J. 1996. Taxonomy of Listeria Genus and Typing of *Listeria monocytogenes*. Pathologie Biologie, 44:749-756.

SEYHUN, N. 2002. Mikrodalga ile Pişirilen Keklerin Bayatlamasının Engellenmesi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, 128 s.

SPITE, G. T. 1984. Microwave –Inactivation of Bacterial Pathogens in Various Controlled Frozen Food Compositions and in a Commercially Available Frozen Food Product. Journal of Food Protection, 47(6) :458-462.

SOYER, A., N.KOLSARICI. 1993. Mikrodalga Fırında Pişirmenin Etlerin Kalite Özelliklerine Etkisi. Gıda Dergisi, 18(1) : 35-43.

SOYUTEMİZ, E. 1990. İnegöl Köfte Hazırlanışı, Yapım Tekniği ve Bileşiminin Saptanması Üzerine Araştırmalar. U.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim dalı Doktora tezi 96 s.

SUIHKO, M.L., P.GUSTAVSSON, S.SALO, O.NICALSEN. 2004. The Incidence of *Listeria monocytogenes* in Meat, Poultry and Seafood Plants in the Nordic Countries. Food Microbiology, 21(2): 217- 225.

ŞİRELİ, U.T., İ.EROL, S.ŞAHİN, G.TERZİ. 2002. Tavuk, Kıyma, Köfte ve Burgerlerinde Listeria Türlerinin Varlığı ve Kontaminasyon Düzeyinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Vet. Animal Science, 26:1271-1276

ŞİRELİ, T.U. 1996. Hazır Kıymalarda Listeria Türlerinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim dalı Doktora tezi Ankara 80 s.

TIĞLI, C. 1999. Mutfak Tipi bir Mikrodalga Fırının Mikroişlemci ile Kontrolü. Uludağ Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi 83 s .

TODD, E.C.D. 2003. Microbiological Safety Standards and Public Health Goals to Reduce Foodborne Disease. Meat Science, 66 : 33-43.

TUNÇEL, G., D.GÖKTAN. 1989. Gıda Kaynaklı Listeriosis ve Önemi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Dergisi, 7(1): 111-119.

TURAN, Z.M., 1995. Araştırma ve Deneme Metodları (Ders Notları). Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:92. Bursa. 121 s.

TÜRKUÇAR, S., S.VELİOĞLU. 1989. Mikrodalga Fırınlarda Bilim ve Teknik Dergisi 22(256): 48-49.

UYLAŞER, V., F.BAŞOĞLU, D.GÖÇMEN. 2005. Konserve Gıdalarda Mikroorganizma Yükü Üzerine Mikrodalga Uygulamalarının Etkisi. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi , 33(7):24-32.

UYSAL, H.R., C.KARAGÖZLÜ. 1996. Mikrodalga Enerji ve Süt Endüstrisinde Kullanım Alanları I-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1): 193-207.

ÜNÜSAN, N.1994. Mikrodalga Fırında Pişirmenin Kıymanın Mikrobiyel Florasına Etkisi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Konya 33s.

VARABIOFF, Y., N.W.HOLLYWOOD, G.E.MITCHELL. 1991. The Effect of Microwave and Conventional Cooking on the Temperature Profiles and Microbial Flora of Minced Beef. International Journal of Food Microbiology 14 :67-76 .

WRIGHT, L., H.W.WALKER, F.C.PARRISH. 1986. Survival of *Clostridium perfringens* and Aerobicbacteria in Ground Beef Patties During Microwave and Conventional Cookery. Journal of Food Protection, 49: 203-206 .

YENTÜR, G., A.BAYHAN, U.ABBASOĞLU. 1990. Ankara'da Tüketilen Izgara Köftelerin Bakteriyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden Araştırılması. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı, 15(4) :235- 243.

YILMAZ,İ., M.ARICI, T.GÜMÜŞ. 2005. Changes of Microbiological Quality in Meat Balls After Heat Treatment. European Food Research Technology , 221: 281-283.

YILDIZHAN, B. 1994. Bursa Piyasasında Tüketime Sunulan Çiğ Hamburger Köftelerinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Nitelikleri. Yüksek lisans Tezi 34s.

YÜCEL, A., A.BAYİZİT. 1999. Gıda Mikrobiyolojisi-2 Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları No:66 Bursa 70 s.

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında İzmir’de doğmuş. İlkokul ortaokul ve liseyi İzmir’de bitirmiş. 1992 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünü bitirmiş. 1993 yılında Pepsi Fruko-Tamek Meyva Suları İzmir fabrikasında, 1994-1996 yılları arasında Tamek Konektaş Karacabey Bursa fabrikasında çalışmış. 1997 yılından itibaren Karacabey Anadolu Teknik Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Gıda Teknolojisi Bölümünde çalışmaktadır. Yüksek lisansını Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde 2002 yılında tamamlamıştır. Biri kız(İlayda), biri erkek(Baturay) olmak üzere 2 çocuk annesidir.

TEŞEKKÜR

Bu tez konusunun seçiminde ve yönlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarına olan değerli katkıları nedeni ile sayın danışmanım Prof. Dr. Fikri Başoğlu'na, tezimin gerçekleşmesi için desteğini esirgemeyen ve her türlü ihtiyacımızı karşılayan sayın Prof. Dr. Suna Gedikoğlu'na, istatistiki çalışmalarımda yardımcı olan sayın Prof. Dr. İlhan Turgut'a ve çalışmalarım süresince benden desteğini esirgemeyen eşim Mesut oksaygılı'ya teşekkürlerimi sunarım.